TUGAS AKHIR – RE 141581

KAJIAN PENGELOLAAN LIMBAH ELEKTRONIK DI UNIT PENDIDIKAN ITS

IGNATIUS CHANDRA SETYANTO
3313100067

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

TUGAS AKHIR – RE 141581

KAJIAN PENGELOLAAN LIMBAH ELEKTRONIK DI UNIT PENDIDIKAN ITS

IGNATIUS CHANDRA SETYANTO
3313100067

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

FINAL PROJECT – RE 141581

ASSESSMENT OF ELECTRONIC WASTE MANAGEMENT IN ITS EDUCATIONAL UNIT

IGNATIUS CHANDRA SETYANTO
3313100067

SUPERVISOR
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN PENGELOLAAN LIMBAH ELEKTRONIK DI UNIT PENDIDIKAN ITS

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
IGNATIUS CHANDRA SETYANTO
NRP 3313 100 067

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.
NIP : 19530706 198403 2 004

SURABAYA
JULI, 2017

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

KAJIAN PENGELOLAAN LIMBAH ELEKTRONIK DI UNIT PENDIDIKAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Nama Mahasiswa	: Ignatius Chandra Setyanto
NRP	: 3313100067
Departemen	: Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing	: Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc

ABSTRAK

Limbah elektronik merupakan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) yang saat ini telah menjadi perhatian utama dunia. Limbah elektronik mengandung substansi berbahaya seperti timbal, merkuri, kadmium dan bahan berbahaya lainnya yang berpotensi untuk mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan tepat. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) menggunakan berbagai macam barang elektronik untuk mendukung sarana dan prasarana dalam proses belajar mengajar di lingkungan kampus. Barang elektronik digunakan dalam kelas, ruang sidang, laboratorium, bengkel dan fasilitas departemen lainnya. Belum terdapat kajian terkait pengelolaan limbah elektronik di unit pendidikan ITS untuk melihat kondisi pengelolaan limbah elektronik yang telah dilakukan.

Pada penelitian ini dilakukan observasi kepada masing-masing unit pendidikan ITS untuk mendapatkan data jenis dan kuantitas limbah elektronik yang disimpan, serta kondisi pengelolaannya. Unit Pendidikan yang menjadi objek penelitian diantaranya: Departemen Teknik Lingkungan, Arsitektur, Teknik Geofisika, Biologi, Sistem Informasi, Teknik Kelautan dan Teknik Elektro. Kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik dibandingkan kesesuaiannya dengan peraturan tentang pengelolaan limbah B3 yang berlaku di Indonesia. Kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi pengelolaan limbah elektronik di unit pendidikan ITS. Selanjutnya ditentukan prioritas pengelolaan limbah elektronik dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Metode AHP menggunakan penilaian dari pihak yang terkait dengan pengelolaan limbah elektronik di unit pendidikan ITS. Penilaian

dilakukan pada *Key Performance Indicator* (KPI) yang terdiri dari aspek teknis serta kelembagaan dalam pengelolaan limbah elektronik.

Dari hasil peneilitian, didapatkan data bahwa unit pendidikan ITS yang diteliti menghasilkan berbagai jenis limbah elektronik diantaranya: perangkat IT seperti CPU; keyboard; mouse, laptop, printer; faksimile; dan mesin fotokopi, kemudian alat elektronik rumah tangga berukuran besar seperti lemari pendingin; kipas angin dan AC, alat elektronik untuk pencahayaan serta alat elektronik untuk laboratorium. Jumlah limbah elektronik yang disimpan oleh unit pendidikan ITS yang diteliti mencapai 1289 unit, dengan total berat 16180 kg dan total volume 100,5 m^3. Limbah elektronik tersebut telah dikelola namun masih terdapat kekurangan dalam aspek-aspek tertentu. Kekurangan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya: keterbatasan kapasitas ruang penyimpanan limbah elektronik, kurangnya pengetahuan SDM pada masing-masing departemen tentang pengelolaan limbah B3 khususnya limbah elektronik, belum adanya kebijakan dari pimpinan ITS tentang pengelolaan limbah elektronik, dan tidak jelasnya mekanisme pemutihan barang milik negara. Melalui metode AHP, didapatkan prioritas utama pengelolaan limbah elektronik di unit pendidikan ITS yang diteliti dalam aspek teknis adalah mengoptimalkan upaya penggunaan barang elektronik agar sesuai dengan prosedur. Sedangkan prioritas pengelolaan dalam aspek kelembagaan adalah memberikan pelatihan pengelolaan limbah B3 kepada tenaga kependidikan.

Kata kunci : AHP, ITS, limbah elektronik, pengelolaan, prioritas

ASSESSMENT OF ELECTRONIC WASTE MANAGEMENT IN ITS EDUCATIONAL UNIT

Name of Student	: Ignatius Chandra Setyanto
NRP	: 3313100067
Study Programme	: Environmental Engineering
Supervisor	: Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc

ABSTRACT

Electronic waste is a hazardous waste that becomes the world's major concern nowadays. Electronic waste contains harmful substances such as lead, mercury, cadmium and other hazardous materials that have the potential to pollute the environment if not managed properly. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) uses a variety of electronic goods to support facilities and infrastructure in the teaching and learning process in the campus environment. Electronic goods are used in classrooms, conference rooms, laboratories, workshops and other education unit facilities. There has been no study concerning about electronic waste management in the ITS educational unit.

In this research, observations were made to each ITS educational unit to obtain data about the type and quantity of stored electronic waste, and the condition of its management. Educational Unit that became the object of research include: Department of Environmental Engineering; Architecture; Geophysical Engineering; Biology; Information Systems; Marine Engineering; and Electrical Engineering. The existing conditions of electronic waste management then compared with the regulations of hazardous waste management in Indonesia and analyzed. The analysis was conducted to determine the factors that affect the management of electronic waste in the ITS educational unit. The priority of electronic waste management was determined using Analytic Hierarchy Process (AHP) method. The AHP method uses the assessment of experts related to the management of electronic waste in the ITS educational unit. The assessment was done to the technical and institutional aspects in the management of electronic waste, and based on the Key Performance Indicator (KPI).

From the research results, it was found that ITS educational unit (that became the object of research) produced various types of electronic waste such as: IT devices (CPU, monitor, keyboard), air conditioner, printing equipment (printer, copiers), laboratory equipment and various other types of electronic waste. Total amount of stored electronic waste reached 1289 units, with a total weight of 16180 kg and a total volume of 100,5 m^3. Electronic waste has been managed but there are still shortcomings in certain aspects. The shortcomings are caused by several factors, including: limited capacity of electronic waste storage room; lack of knowledge of human resources in each department about the management of hazardous waste, especially electronic waste; lack of policy from the top management of ITS on electronic waste management; and the unclear mechanism of state property removal. Through the AHP method, the main priority of electronic waste management in the technical aspect is to optimize the use of electronic goods in accordance with the procedures. While the priority of management in the institutional aspect is to provide training about hazardous waste management to the human resources.

Keyword(s): AHP, electronic waste, ITS, management, priority

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul “Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS”. Selama proses penelitian, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir atas kesediaan dalam membimbing penulis dari awal hingga akhir penelitian.
2. Bapak Adhi Yuniarto, ST., MT., Ph.D., Ibu Dr. Ir. Ellina S. Pandebesie, MT., dan Bapak Arseto Yekti Bagastyo, ST., MT., M.Phil., Ph.D. selaku dosen penguji tugas akhir atas segala arahan serta saran yang diberikan.
3. Departemen Teknik Lingkungan ITS, Departemen Arsitektur ITS, Departemen Teknik Geofisika ITS, Departemen Biologi ITS, Departemen Sistem Informasi ITS, Departemen Teknik Kelautan ITS, dan Departemen Teknik Elektro ITS serta jajaran pengurus departemen yang telah bersedia menjadi objek penelitian dan membantu segala kebutuhan tugas akhir penulis.
4. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran tugas akhir ini.
5. Teman-teman mahasiswa Departemen Teknik Lingkungan ITS angkatan 2013 yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi evaluasi bagi penulis. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK i

ABSTRACT iii

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR TABEL xv

DAFTAR LAMPIRAN xvii

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian 4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Limbah Elektronik 5
2.2 Jenis dan Komponen Limbah Elektronik 9
2.3 Laju Timbulan Limbah Elektronik 11
2.4 Bahaya Limbah Elektronik 13
2.5 Pengelolaan Limbah Elektronik 14
2.6 Pengelolaan Limbah Elektronik di Institusi Pendidikan Negara Maju 19
2.6.1 Massachusetts Institute of Technology (Amerika Serikat) 20
2.7 Pengelolaan Limbah Elektronik di Institusi Pendidikan Negara Berkembang 21
2.7.1 Jomo Kenyatta University (Kenya) 21
2.7.2 Universiti Kebangsaan Malaysia (Malaysia) 24
2.8 Struktur Organisasi ITS 25
2.9 Sistem Manajemen Lingkungan 28
2.10 Metode AHP 30
2.10.1 Prosedur AHP 31

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 33

3.1 Kerangka Penelitian 33

3.2 Tahapan Penelitian 35
3.2.1 Tahap Survei dan Persiapan 35
3.2.2 Tahap Pengambilan Data.....41
3.2.3 Tahap Pengolahan Data.....42

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 45

4.1 Data Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS 45
4.1.1 Departemen Teknik Lingkungan ITS 45
4.1.2 Departemen Arsitektur ITS 46
4.1.3 Departemen Teknik Geofisika ITS.....47
4.1.4 Departemen Biologi ITS 48
4.1.5 Departemen Sistem Informasi ITS 49
4.1.6 Departemen Teknik Kelautan ITS 49
4.1.7 Departemen Teknik Elektro ITS 50
4.2 Kondisi Eksisting Pengelolaan Limbah Elektronik 52
4.2.1 Departemen Teknik Lingkungan ITS 53
4.2.1.1 Lokasi Ruang Penyimpanan.....56
4.2.1.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan 56
4.2.1.3 Peletakan Limbah Elektronik 57
4.2.1.4 Kondisi Penerangan Ruang Penyimpanan.....58
4.2.1.5 Kondisi Ventilasi Ruang Penyimpanan.....59
4.2.1.6 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan.....60
4.2.1.7 Alat Penanggulangan Keadaan Darurat.....61
4.2.1.8 Limbah Elektronik Habis Pakai.....61
4.2.2 Departemen Arsitektur ITS 62
4.2.2.1 Lokasi Ruang Penyimpanan.....62
4.2.2.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan 65
4.2.2.3 Peletakan Limbah Elektronik 65
4.2.2.4 Kondisi Penerangan Ruang Penyimpanan.....67
4.2.2.5 Kondisi Ventilasi Ruang Penyimpanan.....68
4.2.2.6 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan.....68
4.2.2.7 Alat Penanggulangan Keadaan Darurat.....69
4.2.2.8 Limbah Elektronik Habis Pakai.....69
4.2.3 Departemen Teknik Geofisika ITS.....70
4.2.3.1 Lokasi Ruang Penyimpanan.....70
4.2.3.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan 73
4.2.3.3 Peletakan Limbah Elektronik 73
4.2.3.4 Kondisi Ventilasi Ruang Penyimpanan.....74
4.2.3.5 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan.....75
4.2.3.6 Limbah Elektronik Habis Pakai.....75
4.2.4 Departemen Biologi ITS 76
4.2.4.1 Lokasi Ruang Penyimpanan.....76
4.2.4.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan 79

4.2.4.3 Peletakan Limbah Elektronik 79
4.2.4.4 Kondisi Penerangan Ruang Penyimpanan 80
4.2.4.5 Kondisi Ventilasi Ruang Penyimpanan 81
4.2.4.6 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan 82
4.2.4.7 Limbah Elektronik Habis Pakai 82
4.2.5 Departemen Sistem Informasi ITS 82
4.2.5.1 Lokasi Ruang Penyimpanan 85
4.2.5.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan..... 85
4.2.5.3 Peletakan Limbah Elektronik 86
4.2.5.4 Kondisi Penerangan Ruang Penyimpanan 87
4.2.5.5 Kondisi Ventilasi Ruang Penyimpanan 88
4.2.5.6 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan 88
4.2.5.7 Limbah Elektronik Habis Pakai 88
4.2.6 Departemen Teknik Kelautan ITS 89
4.2.6.1 Lokasi Ruang Penyimpanan 89
4.2.6.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan..... 92
4.2.6.3 Peletakan Limbah Elektronik 92
4.2.6.4 Kondisi Penerangan Ruang Penyimpanan 92
4.2.6.5 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan 93
4.2.6.6 Limbah Elektronik Habis Pakai 93
4.2.7 Departemen Teknik Elektro ITS 93
4.2.7.1 Lokasi Ruang Penyimpanan 94
4.2.7.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan..... 94
4.2.7.3 Peletakan Limbah Elektronik 97
4.2.7.4 Penerangan & Ventilasi Ruang Penyimpanan 98
4.2.7.5 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan 98
4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengelolaan Limbah Elektronik 99
4.3.1 Faktor Ruang 99
4.3.2 Faktor Sumber Daya Manusia 101
4.3.3 Faktor Kebijakan 102
4.3.4 Faktor mekanisme pemutihan barang milik negara 103
4.4 Penyusunan SOP Pengelolaan Limbah Elektronik 104
4.5 Desain Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik..... 106
4.6 Prioritas Pengelolaan Limbah Elektronik 111
4.6.1 Pembobotan KPI dan Penilaian Kondisi Eksisting 111

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN..... 119

5.1 Kesimpulan 119
5.2 Saran 120

DAFTAR PUSTAKA 121

"halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Simbol (a) Limbah Beracun; (b) Limbah Berbahaya Terhadap Lingkungan **17**

Gambar 2. 2 Label Limbah B3 ..... **17**

Gambar 2. 3 Label Limbah Elektronik Universil **19**

Gambar 2. 4 Skema Pengelolaan Limbah Elektronik di UKM **25**

Gambar 2. 5 Susunan Organisasi dan Tata Kerja ITS **26**

Gambar 2. 6 Struktur Organisasi Fakultas dan Departemen ITS **27**

Gambar 2. 7 Konsep PDCA **29**

Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian **35**

Gambar 4. 1 Mekanisme Pengelolaan Limbah Elektronik di ITS **53**

Gambar 4. 2 Lokasi Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Lingkungan **56**

Gambar 4. 3 Penyimpanan Limbah Elektronik di Departemen Teknik Lingkungan **57**

Gambar 4. 4 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Lingkungan **57**

Gambar 4. 5 Penumpukan Limbah Elektronik di Departemen Teknik Lingkungan **58**

Gambar 4. 6 Penerangan Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Lingkungan **59**

Gambar 4. 7 Ventilasi Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Lingkungan **59**

Gambar 4. 8 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Lingkungan **60**

Gambar 4. 9 Alat Penanggulangan Keadaan Darurat Departemen Teknik Lingkungan **61**

Gambar 4. 10 Lokasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur **62**

Gambar 4. 11 Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur **65**

Gambar 4. 12 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik (a) Departemen Arsitektur.....66

Gambar 4. 13 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik (b) Departemen Arsitektur.....66

Gambar 4. 14 Penumpukan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur .67

Gambar 4. 15 Penerangan Ruang Penyimpanan Departemen Arsitektur 67

Gambar 4. 16 Ventilasi Ruang Penyimpanan Departemen Arsitektur....68

Gambar 4. 17 Alat pemadam api Departemen Arsitektur.....69

Gambar 4. 18 Lokasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Geofisika 70

Gambar 4. 19 Penyimpanan Limbah di Departemen Teknik Geofisika..73

Gambar 4. 20 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Geofisika 74

Gambar 4. 21 Penumpukan Limbah Elektronik di Departemen Teknik Geofisika 74

Gambar 4. 22 Ventilasi Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Geofisika 75

Gambar 4. 23 Lokasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Biologi.....76

Gambar 4. 24 Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Biologi.....79

Gambar 4. 25 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik (a) Departemen Biologi.....80

Gambar 4. 26 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik (b) Departemen Biologi.....80

Gambar 4. 27 Kondisi Ruang Penyimpanan Departemen Biologi.....81

Gambar 4. 28 Lokasi Ruang Penyimpanan Departemen Sistem Informasi 85

Gambar 4. 29 Lokasi Lain Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Sistem Informasi.....86

Gambar 4. 30 Penyimpanan Limbah Elektronik di Departemen Sistem Informasi.....86

Gambar 4. 31 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Sistem Informasi **87**

Gambar 4. 32 Lubang Atap Ruang Penyimpanan Departemen Sistem Informasi **88**

Gambar 4. 33 Lokasi Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Kelautan **89**

Gambar 4. 34 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Kelautan **92**

Gambar 4. 35 Lokasi Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Elektro **94**

Gambar 4. 36 Lokasi Lain Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Elektro **97**

Gambar 4. 37 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Elektro **97**

Gambar 4. 38 Kondisi Penerangan dan Ventilasi Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Elektro **98**

Gambar 4. 39 Rasio Limbah Elektronik Per Luas Gedung dan Jumlah Mahasiswa di Unit Pendidikan ITS **101**

Gambar 4. 40 Contoh Label Limbah Elektronik **106**

Gambar 4. 41 Desain Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik..... **108**

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar Limbah B3 Dari Sumber Tidak Spesifik **8**

Tabel 2. 2 Daftar Limbah B3 Dari Sumber Spesifik Umum..... **8**

Tabel 2. 3 Kategori Sumber Limbah Elektronik **9**

Tabel 2. 4 Peningkatan Limbah Elektronik Secara Global..... **12**

Tabel 2. 5 Skala Kepentingan..... **31**

Tabel 3. 1 Jumlah Mahasiswa Tiap Departemen di ITS **35**

Tabel 3. 2 Hasil Pengelompokkan Departemen di ITS **37**

Tabel 3. 3 Key Performance Indicator Aspek Teknis..... **39**

Tabel 3. 4 Key Performance Indicator Aspek Kelembagaan **40**

Tabel 3. 5 Keterangan dan Justifikasi Skor Penilaian..... **42**

Tabel 4. 1 Persentase Limbah Elektronik Departemen Teknik Lingkungan ITS **46**

Tabel 4. 2 Persentase Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS... **47**

Tabel 4. 3 Persentase Limbah Elektronik Departemen Teknik Geofisika ITS **48**

Tabel 4. 4 Persentase Limbah Elektronik Departemen Biologi ITS **48**

Tabel 4. 5 Persentase Limbah Elektronik Departemen Sistem Informasi ITS **49**

Tabel 4. 6 Persentase Limbah Elektronik Departemen Teknik Kelautan ITS **50**

Tabel 4. 7 Persentase Limbah Elektronik Departemen Teknik Elektro ITS **51**

Tabel 4. 8 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Teknik Lingkungan **54**

Tabel 4. 9 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur..... **63**

Tabel 4. 10 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Teknik Geofisika..... **71**

Tabel 4. 11 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Biologi **77**

Tabel 4. 12 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Sistem Informasi **83**

Tabel 4. 13 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Teknik Kelautan **90**

Tabel 4. 14 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Teknik Elektro **95**

Tabel 4. 15 Rasio Limbah Elektronik Per Luas Gedung dan Jumlah Mahasiswa di Unit Pendidikan ITS **99**

Tabel 4. 16 Kebutuhan Luas Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik **109**

Tabel 4. 17 Perbandingan Luas Ruang Penyimpanan **110**

Tabel 4. 18 Hasil Penentuan Prioritas Pengelolaan Limbah Elektronik Pada Aspek Teknis **112**

Tabel 4. 19 Hasil Penentuan Prioritas Pengelolaan Limbah Elektronik Pada Aspek Kelembagaan **113**

Tabel 4. 20 Prioritas Pengelolaan Limbah Elektronik Aspek Teknis **114**

Tabel 4. 21 Prioritas Pengelolaan Limbah Elektronik Aspek Kelembagaan **114**

Tabel 4. 22 Rekomendasi Utama Pengelolaan Limbah Elektronik Pada Aspek Teknis **115**

Tabel 4. 23 Rekomendasi Utama Pengelolaan Limbah Elektronik Pada Aspek Kelembagaan **117**

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Kuisioner Penelitian
Lampiran B Data Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS
Lampiran C Penilaian Kondisi Eksisting Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS
Lampiran D Perencanaan Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik

"halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Inovasi barang elektronik terus bermunculan baik dari aspek desain, fungsi, mobilitas, maupun aspek-aspek lainnya dalam 20 tahun terakhir, sehingga menyebabkan barang elektronik menjadi cepat usang. Masa pakai dari barang-barang elektronik mengalami pengurangan akibat dari kemajuan teknologi, strategi pemasaran, serta penyesuaian dengan permasalahan yang sedang dihadapi masyarakat saat ini. Pengurangan masa pakai dari barang elektronik berbanding lurus dengan peningkatan laju timbulan limbah elektronik tiap waktu (Kiddee *et al.*, 2013).

Limbah elektronik atau *electronic waste* (*e-waste*) dikategorikan sebagai limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) karena mengandung substansi yang berbahaya seperti timbal, merkuri, kadmium dan substansi berbahaya lainnya (Wahyono, 2012). Komponen-komponen tersebut merupakan bahan toksik yang diketahui sangat *persistent* dan dapat terakumulasi. Sehingga bila limbah elektronik tidak dikelola dengan baik, maka bahan-bahan kimia tersebut dapat terlepas dan mencemari lingkungan. Laju timbulan limbah elektronik yang tinggi menyebabkan proses akumulasi pencemaran menjadi cepat, dan membawa dampak yang sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan (Astuti *et al.*, 2012).

Pengelolaan limbah elektronik belum menjadi perhatian utama di beberapa negara berkembang, termasuk di Indonesia. Regulasi terkait pengelolaan limbah elektronik di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, serta Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 18 Tahun 2009 tentang Tata Cara Perizinan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Pengelolaan terkait limbah elektronik di sektor formal ataupun informal belum dibahas secara spesifik dalam peraturan tersebut.

Institusi pendidikan tinggi merupakan salah satu penyumbang limbah elektronik dalam sektor formal. Sebuah institusi pendidikan membutuhkan sarana dan prasarana yang dapat menunjang proses belajar mengajar di lingkungan kampus.

Barang-barang elektronik seperti komputer, laptop, mesin fotokopi, proyektor, *air conditioner*, dan instrumen laboratorium menjadi kebutuhan utama untuk menunjang kegiatan belajar mengajar. Sebagian besar institusi belum memiliki prioritas pengelolaan limbah elektronik yang tepat. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) merupakan salah satu Perguruan Tinggi Negeri (PTN) terbesar di Indonesia. Kampus ITS berdasarkan letaknya dibagi menjadi 3, yaitu Kampus ITS Sukolilo, Kampus ITS Manyar, dan Kampus ITS Cokroaminoto. Kampus ITS Sukolilo menempati areal seluas 180 hektar dengan luas bangunan seluruhnya kurang lebih 150.000 m^2. Kampus ITS Manyar dipergunakan oleh Program D-3 dan D-4 Teknik Sipil dengan luas bangunan 5.176 m^2. Kampus Cokroaminoto dipergunakan untuk magister manajemen serta beberapa lembaga kerjasama dengan luas bangunan 4.000 m^2. ITS terdiri atas 5 fakultas, 32 departemen yang melayani program pendidikan akademik (S1, S2, S3) dan vokasi (D3 dan D4). Jumlah mahasiswa ITS mencapai sekitar 20.000 orang, dosen 1.000 orang, dan tenaga kependidikan 1.500 orang.

Limbah elektronik potensial dihasilkan dari unit kelas, kantor, ruang sidang, laboratorium, bengkel dan fasilitas departemen lainnya. Tiap departemen memiliki karakteristik limbah elektronik yang berbeda, sesuai kebutuhan masing-masing departemen dalam memfasilitasi kegiatan belajar mengajar. Terdapat departemen yang melayani kerja praktik dengan penggunaan alat-alat analisis kimia elektronik. Ada pula departemen yang hanya menggunakan instrumen berupa komputer, proyektor, dan lain-lain.

Barang-barang elektronik yang dimiliki oleh ITS sebagian besar merupakan aset negara. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Barang Milik Negara/Daerah, jangka waktu sewa barang milik negara paling lama adalah 5 tahun dan dapat diperpanjang. Pengelolaan limbah elektronik di ITS (sebagai pihak penyewa aset negara) harus mengikuti prosedur administrasi untuk pengelolaan aset negara. Sehingga apabila barang elektronik tersebut mengalami kerusakan dan menjadi limbah, tidak diperbolehkan untuk langsung dikembalikan ataupun dibuang apabila belum mencapai jangka waktu sewa yang sudah ditentukan. Oleh karena

itu diperlukan suatu pengelolaan limbah elektronik yang tepat sebelum barang elektronik memasuki waktu pemutihan.

Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) merupakan salah satu metode pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan penilaian dari para ahli. Masalah dijabarkan dalam suatu susunan hirarki yang berisikan kriteria/variabel hingga sub-kriteria/sub-variabel dari masalah utama. Variabel dalam susunan hirarki kemudian dinilai dengan membandingkan masing-masing variabel hingga didapatkan urutan prioritas tertinggi hingga terendah. Metode pengambilan keputusan ini dapat diterapkan dalam pengelolaan limbah elektronik di sektor institusi pendidikan, sesuai hirarki yang disusun.

Belum terdapat penelitian terkait pengelolaan limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS. Pengelolaan limbah elektronik harus mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi prioritas pengelolaannya, sehingga diperlukan suatu metode yang dapat merumuskan faktor-faktor tersebut menjadi suatu keputusan. Metode AHP dapat digunakan untuk mengolah data pertimbangan faktor-faktor terkait pengelolaan limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka diperlukan suatu penelitian lebih lanjut mengenai pengelolaan limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan yang menjadi dasar penelitian ini adalah :

1. Apa jenis limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS?
2. Berapa kuantitas limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS?
3. Bagaimana kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS?
4. Apa faktor yang mempengaruhi pengelolaan limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS?
5. Bagaimana prioritas pengelolaan limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan jenis limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS.
2. Menentukan kuantitas limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS.

3. Menganalisis kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS.
4. Menentukan faktor yang mempengaruhi pengelolaan limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS.
5. Menentukan prioritas pengelolaan limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan data jenis dan kuantitas limbah elektronik kepada ITS.
2. Memberikan data kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik kepada ITS.
3. Memberikan Standar Operasional Prosedur (SOP) pengelolaan limbah elektronik.
4. Memberikan desain ruang penyimpanan limbah elektronik untuk unit pendidikan ITS.
5. Memberikan rekomendasi prioritas pengelolaan limbah elektronik kepada ITS.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Penelitian hanya dilakukan di Unit Pendidikan ITS yang memiliki program pendidikan minimal S1.
2. Penelitian dilakukan selama bulan Februari-Mei 2017.
3. Pengelolaan limbah hanya dibatasi pada pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, dan pemanfaatan.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Elektronik

Menurut European Union (2012), peralatan elektronik merupakan peralatan yang membutuhkan arus listrik atau medan elektromagnet untuk bekerja secara normal dan peralatan untuk pembangkit, transfer dan pengukuran arus listrik pada muatan tertentu. Peralatan elektronik didesain untuk digunakan dengan tegangan tidak melebihi 1000 volt untuk arus bolak-balik dan 1500 volt untuk arus searah. Limbah elektronik merupakan peralatan elektrik dan elektronik yang sudah dibuang, termasuk semua komponen, bagian rakitan dan bahan habis yang adalah bagian dari produk.

Menurut Wahyono (2012), limbah elektronik umumnya dipahami sebagai peralatan elektronik dan elektrik yang tidak dipakai dan/atau tidak berfungsi atau tidak diinginkan lagi karena telah menjadi barang yang kadaluarsa dan perlu dibuang, baik itu dalam bentuk utuh maupun bagian. Berdasarkan sistem perundangan di Indonesia, saat ini belum terdapat definisi yang spesifik tentang limbah elektronik. Menurut European Union (2012), limbah elektronik merupakan barang elektronik termasuk semua komponen dan bahan habis pakai yang sebagian atau seluruh bagian dari barang elektronik tersebut sudah waktunya untuk dibuang.

Kiddee *et al.* (2012) menjelaskan bahwa limbah elektronik mengandung banyak jenis material, sebagian besar dari kandungan tersebut merupakan senyawa *toxic* yang dapat mencemari lingkungan dan menjadi ancaman bagi kesehatan manusia apabila tidak dikelola dengan tepat. Terdapat sekitar 1000 senyawa *toxic* dalam limbah elektronik, senyawa yang seringkali ditemukan yaitu : logam *toxic* (seperti barium (Ba), berilium (Be), kadmium (Cd), kobalt (Co), kromium (Cr), besi (Fe), timbal (Pb), lithium (Li), lanthanum (La), merkuri (Hg), mangan (Mn), molybdenum (Mo), nikel (Ni), perak (Ag), kromium heksavalen {Cr(VI)}, persistent organic pollutants (POPs) seperti dioksin, brominated flame retardants (BFRs), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), polychlorinated biphenyls (PCBs), polybrominated dibenzo-p-dioxins dan dibenzofurans (PBDD/Fs),

polychlorinated dibenzo-p-dioxins dan dibenzofurans (PCDD/Fs) dan polyvinyl chloride (PVC).

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 101 Tahun 2014 menjelaskan bahwa limbah elektronik termasuk limbah B3. Pada Lampiran I disebutkan jenis limbah elektronik yang masuk kedalam kategori 1 dan 2, baik dari sumber spesifik maupun sumber tidak spesifik. Limbah B3 kategori 1 merupakan Limbah B3 yang berdampak akut dan langsung terhadap manusia dan dapat dipastikan akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Limbah B3 kategori 2 merupakan Limbah B3 yang mengandung B3, memiliki efek tunda (*delayed effect*), dan berdampak tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan hidup serta memiliki toksisitas sub-kronis atau kronis. Limbah B3 dari sumber tidak spesifik merupakan limbah B3 yang pada umumnya bukan berasal dari proses utamanya, tapi berasal dari kegiatan antara lain pemeliharaan alat, pencucian, pencegahan korosi atau inhibitor korosi, pelarutan kerak, dan pengemasan. Limbah B3 dari sumber spesifik merupakan limbah B3 sisa proses suatu industri atau kegiatan yang secara spesifik dapat ditentukan. Limbah B3 dari sumber spesifik khusus adalah limbah B3 yang memiliki efek tunda (*delayed effect*), berdampak tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan hidup, memiliki karakteristik beracun tidak akut, dan dihasilkan dalam jumlah yang besar per satuan waktu.

Uji karakteristik untuk mengidentifikasi limbah sebagai limbah B3 kategori 1 yaitu meliputi uji :

1. karakteristik mudah meledak, mudah menyala, reaktif, infeksius, dan/atau korosif sesuai dengan parameter uji sebagaimana tercantum dalam Lampiran II PP RI No. 101 Tahun 2014;
2. karakteristik beracun melalui TCLP untuk menentukan limbah yang diuji memiliki konsentrasi zat pencemar lebih besar dari konsentrasi zat pencemar pada kolom TCLP-A sebagaimana tercantum dalam Lampiran III PP RI No. 101 Tahun 2014; dan
3. karakteristik beracun melalui Uji Toksikologi LD_{50} untuk menentukan limbah yang diuji memiliki nilai Uji Toksikologi LD_{50} lebih kecil dari atau sama dengan 50 mg/kg berat badan hewan uji.

Uji karakteristik untuk mengidentifikasi limbah B3 kategori 2 yaitu meliputi uji :

1. karakteristik beracun melalui TCLP untuk menentukan limbah yang diuji memiliki konsentrasi zat pencemar lebih kecil dari atau sama dengan konsentrasi zat pencemar pada kolom TCLP-A dan memiliki konsentrasi zat pencemar lebih besar dari konsentrasi zat pencemar pada kolom TCLP-B sebagaimana tercantum dalam Lampiran III PP RI No. 101 Tahun 2014;
2. karakteristik beracun melalui Uji Toksikologi LD_{50} untuk menentukan limbah yang diuji memiliki nilai Uji Toksikologi LD_{50} lebih besar dari 50 mg/kg berat badan hewan uji dan lebih kecil dari atau sama dengan 5000 mg/kg berat badan hewan uji;
3. karakteristik beracun melalui uji toksikologi sub-kronis sesuai dengan parameter uji sebagaimana tercantum dalam Lampiran II PP RI No. 101 Tahun 2014.

Berikut kategori limbah B3 elektronik menurut PP RI No. 101 Tahun 2014 yang tertera pada lampiran I ditunjukkan pada Tabel 2.1 dan 2.2.

Tabel 2. 1 Daftar Limbah B3 Dari Sumber Tidak Spesifik

Kode limbah	Zat pencemar	Kategori bahaya
A111d	*Refrigerant* bekas dari peralatan elektronik	1
B107d	Limbah elektronik termasuk *cathode ray tube* (CRT), lampu TL, *printed circuit board* (PCB), karet kawat (*wire rubber*)	2

Tabel 2. 2 Daftar Limbah B3 Dari Sumber Spesifik Umum

Kode industri/kegiatan	Jenis industri/ kegiatan	Sumber limbah	Kode limbah	Uraian limbah	Kategori bahaya
28	Perakitan komponen elektronik atau peralatan elektronik	1. Manufaktur dan perakitan komponen dan peralatan elektronik 2. IPAL yang mengolah efluen proses	A328-1	*Mercury contactor/switch*	1
			A328-2	Lampu fluoresen (Hg)	1
			A328-3	Larutan untuk *printed circuit*	1
			A328-4	*Caustic strapping* (photoresist)	1
			A328-5	*Sludge* proses produksi perakitan	1
			B328-1	CRT	2
			B328-2	*Coated glass*	2
			B328-3	Residu solder dan fluxnya	2
			B328-4	PCB	2
			B328-5	Limbah kabel logam & insulasinya	2
			B328-6	*Sludge* dari IPAL	2
29	Rekondisi atau *remanufacturing* barang elektronik	1. *Remanufacturing*, rekondisi, dan perakitan komponen dan peralatan elektronik 2. IPAL yang mengolah efluen proses	A328-1	*Mercury contactor/switch*	1
			A328-2	Lampu fluoresen (Hg)	1
			A328-3	Larutan untuk *printed circuit*	1
			A328-4	*Caustic strapping* (photoresist)	1
			A328-5	*Sludge* proses produksi perakitan	1
			B328-1	CRT	2
			B328-2	*Coated glass*	2
			B328-3	Residu solder dan fluxnya	2
			B328-4	PCB	2
			B328-5	Limbah kabel logam & insulasinya	2
			B328-6	*Sludge* dari IPAL	2

sumber: PP RI No. 101 Tahun 2014

2.2 Jenis dan Komponen Limbah Elektronik

Berdasarkan EU Directive 2012/19/EU, limbah elektronik dibagi menjadi 10 kategori. Berikut kategori sumber limbah elektronik ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Kategori Sumber Limbah Elektronik

No.	Kategori	Contoh Peralatan
1.	Alat elektronik rumah tangga berukuran besar	Lemari pendingin, *freezer*, mesin cuci, pengering pakaian, mesin cuci piring, kompor listrik, *microwave*, kipas angin, *air conditioner*
2.	Alat elektronik rumah tangga berukuran kecil	*Vacuum cleaner*, pembersih karpet, setrika, *toaster*, mesin pembuat kopi, jam dinding
3.	Perangkat IT dan alat telekomunikasi	Komputer, laptop, *notebook*, telepon, mesin faks, mesin fotokopi, telepon genggam, *printer*
4.	Alat elekronik pribadi	Radio, televisi, video kamera, video perekam, pengeras suara, instrumen musik
5.	Alat elektronik untuk pencahayaan	Berbagai jenis lampu yang menggunakan listrik
6.	Perkakas listrik dan elektronik (kecuali peralatan industri stasioner dalam skala besar)	Alat bor, gergaji listrik, solder listrik, mesin jahit
7.	Alat elektronik untuk mainan dan olahraga	Kereta dan mobil-mobilan listrik, *video game*, segala peralatan olahraga yang menggunakan listrik
8.	Instrumen elektronik untuk bidang kesehatan (kecuali peralatan bekas pakai yang terinfeksi kuman)	Peralatan radioterapi, peralatan kardiologi, peralatan dialisis, *pulmonary ventilators*, peralatan untuk obat-obatan nuklir, alat laboratorium untuk diagnosis in vitro

No.	Kategori	Contoh Peralatan
9.	Instrumen *monitoring*	Detektor asap, *thermostat*, panel kontrol dalam skala industri
10.	*Dispenser* otomatis	*Dispenser* untuk air panas dan dingin serta mesin ATM

sumber: EU Directive 2012/19/EU, 2012

Menurut Konvensi Basel, limbah elektronik yang dibuang menunjukkan karakteristik bahan berbahaya dan beracun (B3). Berdasarkan Pasal VIII Konvensi Basel, material limbah elektronik yang termasuk B3 adalah sebagai berikut :

1. Limbah logam dan limbah yang mengandung perpaduan bahan antimoni, arsenik, berilium, kadmium, timah, merkuri, selenium, telurium, dan talium.
2. Limbah yang mengandung bahan pengisi atau kontaminan berupa antimoni, berilium, kadmium, timah, selenium, telurium, beserta senyawa-senyawanya, yang tidak termasuk limbah logam berukuran besar.
3. Limbah yang mengandung bahan pengisi atau kontaminan berupa arsenik, merkuri, talium, beserta senyawa-senyawanya, yang tidak termasuk limbah logam berukuran besar.
4. Abu dari hasil proses insenerasi kabel tembaga.
5. Abu yang mengandung logam mulia dari proses insenerasi *Printed Circuit Board* (PCB).
6. Limbah baterai yang tidak disortir.
7. Limbah rakitan alat listrik dan elektronik, yang dibagi menjadi :
    a. Rakitan alat elektronik yang terdiri dari logam.
    b. Limbah rakitan alat listrik dan alat elektronik atau yang sudah dihancurkan (termasuk PCB), kaca dari *cathode ray tubes* (CRT), dan PCB-kapasitor, tidak termasuk aki dan baterai.
8. Limbah kabel logam yang dilapisi dengan plastik yang terkontaminasi oleh ter batu bara, timah, kadmium, dan senyawa organohalogen.
9. Limbah kaca dari CRT.

Zat-zat berbahaya yang terkandung dalam limbah elektronik menurut Pramila *et al.* (2012) adalah :

1. Merkuri : sebagian besar ditemukan pada tabung *fluorescent*, saklar miring (bel pintu mekanis, *thermostat*), dan monitor layar datar.
2. Sulfur : dapat ditemukan dalam baterai. Ketika sulfur terlepas ke lingkungan, akan membentuk asam sulfat.
3. *Brominated Flame Retardants* (BFR) : digunakan sebagai zat anti api (*flame reatardant*) dalam plastik pada sebagian besar alat elektronik. Beberapa contoh zat anti api adalah : *polybrominated biphenyls* (PBB), *polybrominated diphenyleters* (PBD), DecaBDE, OctaBDE, dan PentaBDE.
4. Kadmium : ditemukan dalam resistor yang sensitif terhadap cahaya, bahan penahan korosif di lingkungan armada laut dan penerbangan, dan baterai nikel kadmium. Jika tidak didaurulang dengan baik, kadmium akan meresap ke dalam tanah dan dapat membunuh mikroorganisme, sehingga dapat mengganggu ekosistem tanah.
5. Timbal : ditemukan pada kaca monitor CRT, baterai yang menggunakan asam sulfat dan timbal, serta pada beberapa jenis plastik PVC. Setiap CRT yang berukuran 15 inci mengandung 0,7 kg timbal, dan jenis CRT lainnya diestimasikan mengandung 3,6 kg timbal.
6. Berilium oksida : Banyak digunakan sebagai filter di beberapa material antar muka termal, seperti oli termal yang digunakan untuk meredam panas CPI dan daya transistor, magnetrons, keramik *X-ray*, dan gas laser.

2.3 Laju Timbulan Limbah Elektronik

McCann *et al.* (2015) menjelaskan bahwa limbah elektronik menjadi perhatian lebih dalam 10 tahun terakhir. Hal ini disebabkan oleh fakta yang memperlihatkan peningkatan laju timbulan limbah elektronik yang mencapai 5% tiap tahunnya secara global. Volume limbah elektronik dapat meningkat hingga 500% untuk 1 dekade berikutnya pada beberapa negara. Peningkatan limbah elektronik secara global ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Peningkatan Limbah Elektronik Secara Global

Continent	Region	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Africa	Afrika Timur	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
	Afrika Tengah	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
	Afrika Utara	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,1	1,0	1,1
	Afrika Selatan	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Afrika Barat	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Amerika	Karibia	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Amerika Tengah	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3
	Amerika Utara	6,8	7,0	7,3	7,5	7,6	7,8	7,9	8,1	8,3
	Amerika Selatan	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9	3,0	3,2
Asia	Asia Tengah	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
	Asia Timur	6,4	6,9	7,5	8,2	8,9	9,6	10,4	11,2	11,9
	Asia Tenggara	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2
	Asia Selatan	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2	3,4
	Asia Barat	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Eropa	Eropa Timur	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0
	Eropa Utara	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4
	Eropa Selatan	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7
	Eropa Barat	3,8	3,9	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,3	4,4
Oceania	Australia dan New Zealand	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
	Melanesia micronesia dan polynesia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
total		**32,3**	**34,2**	**36,1**	**38,1**	**40,1**	**42,0**	**44,1**	**46,1**	**48,2**

Unit : million metric tonnes = 1 000 000 000 kg

sumber: McCann *et al*., 2015

2.4 Bahaya Limbah Elektronik

Limbah elektronik mengandung logam berat yang berbahaya bagi kesehatan manusia maupun lingkungan. Logam berat tersebut diantaranya merkuri, timbal, kadmium dan sebagainya. Berdasarkan European Comission DG ENV. E3 (2002), logam berat seperti merkuri, timbal, kadmium dan juga logam berat lainnya membawa banyak kandungan yang berdampak bagi manusia dan lingkungan.

Menurut Onwughara *et al.* (2010), beberapa efek toksik yang ditimbulkan oleh logam berat dari limbah elektronik adalah :

1. Timbal : dapat merusak jaringan saraf pusat, sistem peredaran darah, ginjal dan sistem reproduksi manusia. Timbal diketahui sebagai neurotoksin (membunuh sel otak), dan kadar timbal yang tinggi di dalam anak kecil menjadi penyebab terjadinya kecacatan, *Attention of Deficit Disorder* (ADD), sindrom hiperaktif, dan mengurangi kecerdasan.
2. Kadmium : senyawa kadmium adalah beracun, kadmium dapat terakumulasi dalam tubuh manusia dan dapat menyebabkan dampak yang tidak berbalik terhadap kesehatan manusia. Kadmium menimbulkan disfungsi ginjal dan hati, tulang rapuh dan penurunan kualitas reproduksi.
3. Merkuri : merkuri dapat merusak berbagai organ dalam tubuh seperti otak dan ginjal. Resiko tertinggi adalah pada bayi, anak kecil, dan wanita hamil; meskipun paparan hanya terjadi dalam waktu singkat.
4. Kromium heksavalen : menghirup kromium heksavalen dengan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan iritasi pada hidung. Kontak antar kulit dengan kromium heksavalen dapat menyebabkan penyakit kulit seperti bisul.
5. Perak : dapat menyebabkan efek biologis seperti iritasi sistem pencernaan dan, yang dapat diketahui dari pigmentasi biru-abu secara permanen pada kulit, mata, dan selaput lendir.
6. Antimoni : dapat menyebabkan iritasi sistem pencernaan yang diserta dengan rasa nyeri pada perut, mual, muntah, dan diare.

7. Tembaga : dapat menyebabkan iritasi sistem pencernaan yang diserta dengan rasa nyeri pada perut, mual, muntah, dan diare.
8. Penambahan senyawa berbahaya limbah elektronik termasuk arsenik, polychlorinated biphenyls (PCBs), chlorofluorocarbons (CFC) dan hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) dan nikel. Senyawa-senyawa kimia beracun tersebut bahkan pada jumlah yang sedikit, akan menjadi polutan dan berpengaruh pada toksisitas lindi dan uap di *landfill.* Saat pembakaran limbah elektronik, senyawa beracun seperti dikosin dan furan akan dilepaskan ke lingkungan. Selain juga dapat berdampak pada ekosistem laut (apabila ada pencemaran ke laut) dan kontaminasi air tanah (apabila ada pencemaran ke tanah).

2.5 Pengelolaan Limbah Elektronik

Terdapat beberapa peraturan tentang pengelolaan limbah B3 di Indonesia yang menjadi referensi pada penelitian ini, diantaranya PP RI No. 101 Tahun 2014, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (Permen LH) No. 30 Tahun 2009, dan Keputusan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL) No. 01 Tahun 1995. Selain itu terdapat contoh pengelolaan limbah elektronik yang telah dilakukan oleh perusahaan BSAF sebagai perusahaan kimia tingkat dunia.

PP RI No. 101 Tahun 2014 menjelaskan pengelolaan limbah B3 adalah kegiatan meliputi pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan/atau penimbunan. Limbah elektronik merupakan limbah B3, sehingga memiliki pengelolaan yang sama dengan limbah B3.

Pengurangan limbah B3 adalah kegiatan penghasil limbah B3 untuk mengurangi jumlah dan/atau mengurangi sifat bahaya dan/atau racun dari limbah B3 sebelum dihasilkan dari suatu usaha dan/atau kegiatan. Pengurangan limbah B3 dilakukan dengan :

1. substitusi bahan;
2. modifikasi proses; dan/atau
3. penggunaan teknologi ramah lingkungan

Penyimpanan limbah B3 adalah kegiatan menyimpan limbah B3 secara sementara oleh penghasil limbah B3. Aturan penyimpanan limbah B3 paling lama :

1. 90 hari sejak limbah B3 dihasilkan, untuk limbah B3 yang dihasilkan sebesar 50 kg per hari atau lebih;
2. 180 hari sejak limbah B3 dihasilkan, untuk limbah B3 yang dihasilkan kurang dari 50 kg perhari untuk limbah B3 kategori 1;
3. 365 hari sejak limbah B3 dihasilkan, untuk limbah B3 yang dihasilkan kurang 50 kg per hari untuk limbah B3 kategori 2 dari sumber tidak spesifik dan sumber spesifik umum; atau
4. 365 hari sejak limbah B3 dihasilkan, untuk limbah B3 kategori 2 dari sumber spesifik khusus.

Tempat penyimpanan limbah B3 harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. lokasi penyimpanan limbah B3;
2. fasilitas penyimpanan limbah B3 yang sesuai limbah B3, karakteristik limbah B3, dan dilengkapi dengan upaya pengendalian pencemaran lingkungan hidup;
3. peralatan penanggulangan keadaan darurat.

Lokasi penyimpanan haruslah bebas banjir, tidak rawan bencana alam dan berada di dalam penguasaan setiap pihak yang menghasilkan limbah B3. Fasilitas penyimpanan limbah B3 yang sesuai untuk limbah elektronik adalah berupa bangunan. Bangunan untuk penyimpanan limbah B3 memiliki beberapa syarat yaitu : mampu melindungi limbah B3 dari hujan dan sinar matahari; memiliki penerangan dan ventilasi. Limbah yang disimpan harus diberi label limbah B3 yang paling sedikit memuat keterangan mengenai :

1. nama limbah B3;
2. identitas penghasil limbah B3;
3. tanggal dihasilkannya limbah B3;
4. tanggal pengemasan limbah B3.

Pengumpulan limbah B3 adalah kegiatan mengumpulkan limbah B3 sebelum diserahkan kepada pemanfaat limbah B3, pengolah limbah B3, dan/atau penimbunan limbah B3. Pengumpulan limbah B3 diawali dengan segregasi limbah B3 dan penyimpanan limbah B3. Segregasi limbah B3 dilakukan sesuai dengan nama limbah B3 yang tercantum pada Lampiran I PP RI No. 101 Tahun 2014, dan karakteristik limbah B3. Penyimpanan limbah B3 dilakukan paling lama 90 hari sejak limbah B3

diserahkan oleh penghasil limbah B3. Untuk dapat melakukan pengumpulan limbah B3, pengumpul limbah B3 wajib memiliki izin pengelolaan limbah B3 untuk pengumpulan limbah B3. Sebelum memperoleh izin pengelolaan limbah B3 untuk kegiatan pengumpulan limbah B3, pengumpul limbah B3 wajib memiliki izin lingkungan. Limbah B3 yang akan dikumpulkan harus dapat dimanfaatkan dan/atau diolah. Pemegang izin pengelolaan limbah B3 untuk kegiatan pengumpulan limbah B3 wajib menyusun dan menyampaikan laporan pengumpulan limbah B3 yang memuat :

1. nama, sumber, karakteristik, dan jumlah limbah B3;
2. salinan bukti penyerahan limbah B3;
3. identitas pengangkut limbah B3;
4. pelaksanaan pengumpulan limbah B3;
5. penyerahan limbah B3 kepada pemanfaat limbah B3; pengolah limbah B3, dan/atau penimbun limbah B3.

Laporan pengumpulan limbah B3 disampaikan kepada Menteri, Gubernur, atau Bupati/Walikota sesuai dengan izin pengelolaan limbah B3 untuk kegiatan pengumpulan limbah B3, paling sedikit 1 kali dalam 3 bulan sejak izin diterbitkan.

Pemanfaatan limbah B3 adalah kegiatan penggunaan kembali, daur ulang, dan/atau perolehan kembali yang bertujuan untuk mengubah limbah B3 menjadi produk yang dapat digunakan sebagai substitusi bahan baku, bahan penolong, dan/atau bahan bakar yang aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Pemanfaatan limbah B3 harus mempertimbangkan ketersediaan teknologi, standar produk dan baku mutu lingkungan hidup.

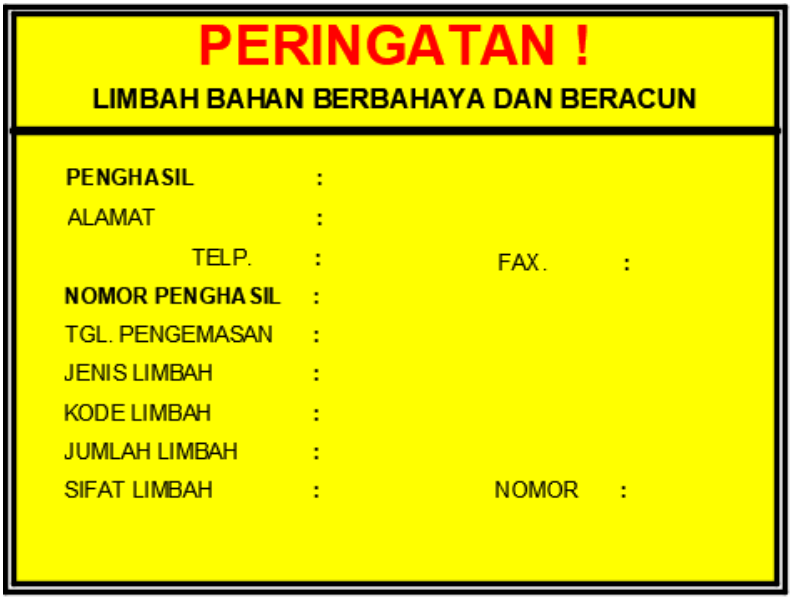
Pemberian label dan simbol limbah B3 juga diperlukan limbah elektronik, karena mengandung logam berbahaya yang bersifat toksik bagi lingkungan dan manusia. Pemberian label dan simbol limbah B3 diatur dalam Peraturan Menteri LH No. 14 Tahun 2013 tentang Simbol dan Label Limbah Berbahaya dan Beracun. Simbol yang sesuai untuk limbah elektronik adalah simbol limbah beracun dan limbah berbahaya bagi lingkungan, yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Contoh label limbah B3 ditunjukkan pada gambar 2.2.

(a)

(b)

Gambar 2. 1 Simbol (a) Limbah Beracun; (b) Limbah Berbahaya Terhadap Lingkungan

sumber: Permen LH No. 14 Tahun 2013



Gambar 2. 2 Label Limbah B3

sumber: Permen LH No. 14 Tahun 2013

Berikut penjelasan untuk isi dari label limbah B3 :

- Penghasil: nama perusahaan yang menghasilkan limbah B3 dalam kemasan.
- Alamat: alamat jelas perusahaan, termasuk kode wilayah
- Telp: nomor telepon penghasil, termasuk kode area.
- Fax: nomor faksimile penghasil, termasuk kode area.
- Nomor penghasil: nomor yang diberikan Kementerian Lingkungan Hidup kepada penghasil ketika melaporkan.
- Tgl. pengemasan: data tanggal saat pengemasan dilakukan.
- Jenis limbah: keterangan limbah berkaitan dengan fasa atau kelompok jenisnya (cair, padat, sludge anorganik, atau organik, dll).
- Kode limbah: kode limbah yang dikemas, didasarkan pada daftar Limbah B3 dalam Lampiran I PP 101 tahun 2014.
- Jumlah limbah: jumlah total kuantitas limbah dalam kemasan (ton,kg, atau m^3).
- Sifat limbah: karakteristik limbah B3 yang dikemas (sesuai simbol limbah B3 yang dipasang).
- Nomor: nomor urut pengemasan.

Selain peraturan dalam Indonesia, salah satu contoh pengelolaan limbah elektronik adalah dari perusahaan kimia dunia BSAF. Pada dokumen *Universal and Electronic Waste Management* yang dimiliki oleh BSAF, limbah elektronik harus disimpan pada kontainer yang layak seperti: kardus; ember; atau palet atau rak. Label “Limbah Elektronik Universil” harus ditempelkan pada posisi yang mudah untuk dilihat, terutama saat dilakukan inspeksi limbah elektronik. Label harus berisi informasi tentang: jenis limbah elektronik yang disimpan; awal tanggal penyimpanan/akumulasi; pihak yang menghasilkan limbah; alamat; dan kota seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.

Gambar 2. 3 Label Limbah Elektronik Universil
sumber: BSAF Universal and Electronic Waste Management

2.6 Pengelolaan Limbah Elektronik di Institusi Pendidikan Negara Maju

Menurut Nindyapuspa dan Trihadiningrum (2013), pengelolaan limbah elektronik di negara maju melibatkan pihak konsumen, produsen, pendaur-ulang dan pemerintah. Di negara maju, pengelolaan limbah elektronik lebih ditekankan pada kesanggupan konsumen, pabrik, dan distributor untuk membayar biaya pengangkutan dan biaya daur-ulang. Pemerintah bertugas untuk mengawasi sistem pengelolaan limbah elektronik dan menyediakan fasilitas daur-ulang. Negara maju pada umumnya telah memiliki peraturan yang spesifik mengenai pengelolaan limbah elektronik. Hal ini bermakna bahwa limbah elektronik di negara maju sudah lebih terkelola dibandingkan dengan di negara berkembang.

Pengelolaan limbah elektronik di negara maju yang lebih baik dibandingkan di negara berkembang tidak menutup kemungkinan dilakukannya pelanggaran. Di negara maju banyak ditemukan kasus ekspor limbah elektronik yang beralasan sebagai donasi ke negara berkembang, terutama ke Asia. Hal ini disebabkan oleh jumlah timbulan limbah elektronik yang semakin meningkat, yang tidak diimbangi dengan fasilitas daur ulang yang memadai. Selain itu biaya pekerja yang tinggi serta kebijakan lingkungan yang ketat membuat negara maju cenderung mengekspor limbah elektronik ke negara berkembang. Pada penelitian ini, institusi pendidikan tinggi di negara maju yang

dijadikan contoh adalah Massachusetts Intitute of Technology (MIT) di Amerika Serikat.

2.6.1 Massachusetts Institute of Technology (Amerika Serikat)

Pada dokumen *Universal and Electronic Waste Management for the MIT Community*, dijelaskan bahwa MIT telah menggolongkan limbah elektronik kedalam 4 jenis :

- Baterai – baterai isi ulang yang dikumpulkan dari bermacam-macam barang elektronik, seperti telepon genggam, komputer *portable*, dan listrik untuk keadaan darurat. Baterai jenis khusus termasuk nikel-kadmium, litihium ion dan lead-acid. Juga terdapat regulasi untuk baterai jenis otomotif.
- Lampu penerangan – lampu pijar, *mercuryvapor*, *high-density discharge* (HID), UV dan lampu neon.
- *Mercury-containing devices* – thermometer, manometer, barometer, sphygmomanometer, tombol elektrik.
- *Cathode Ray Tubes* (CRT) – dalam monitor, televisi, dan beberapa peralatan laboratorium.

Penanganan dan penyimpanan limbah elektronik harus mengikuti kriteria berikut :

1. *Pelabelan* – kontainer yang mengakumulasi atau menyimpan limbah harus diberi label yang layak dan mengindikasikan "*Universal Waste*", jenis material dan waktu awal penyimpanan.
2. *Storage* – limbah dapat diakumulasi dalam kurun waktu 1 tahun. Kontainer penyimpanan limbah harus dikondisikan supaya dapat terlihat dengan jelas. Penyimpanan harus dilakukan di tempat yang tahan terhadap kerusakan.
3. *Container Condition* – kontainer harus dalam keadaan baik, untuk mencegah adanya kerusakan dari limbah.
4. *Waste Condition* – limbah harus tetap dalam kondisi semula agar tetap dipertimbangkan sebagai *Universal Waste.* Jika tidak, limbah tersebut akan dipertimbangkan sebagai *Hazardous Waste* dan harus dikelola dengan kebijakan tertentu.
5. *Compatibility/Containment* – kontainer harus sesuai dengan limbah yang disimpan didalamnya.

- Baterai harus disimpan di dalam kontainer, seperti kotak kardus atau kontainer terbuka atas, setelah dikemas dalam kantung plastik atau diikat untuk mencegah kontak arus pendek dan api.
- Lampu bekas harus disimpan dalam kotak asli pembelian atau kontainer yang kosong, atau kontainer yang disediakan oleh pihak pendaur-ulang.

6. *General Housekeeping* – secara umum, area penyimpanan harus dalam kondisi bersih dan teratur, dengan akses yang mudah untuk pemindahan limbah dan kebutuhan inspeksi.

2.7 Pengelolaan Limbah Elektronik di Institusi Pendidikan Negara Berkembang

Menurut Nindyapuspa dan Trihadiningrum (2013), di negara berkembang belum dilakukan pembebanan biaya pengangkutan dan daur ulang limbah elektronik kepada konsumen. Penduduk di negara berkembang lebih memilih untuk menyimpan atau menjual limbah elektronik sebagai barang bekas. Sikap masyarakat dalam mengelola limbah elektronik akan mempengaruhi sistem pengelolaan yang dilakukan pada institusi pendidikan di negara tersebut. Pada penelitian ini, institusi pendidikan tinggi di negara berkembang yang dijadikan contoh adalah Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology di Kenya dan Universiti Kebangsaan Malaysia di Malaysia.

2.7.1 Jomo Kenyatta University (Kenya)

Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology (JKUAT) di Kenya memanfaatkan berbagai barang elektronik yang menghasilkan limbah elektronik. Di samping itu, JKUAT merupakan salah satu lembaga pendidikan tinggi terkemuka yang diandalkan pemerintah untuk menyusun solusi terhadap tantangan seperti limbah elektronik. Pencemaran lingkungan dapat dikurangi dengan menerapkan metode yang lebih aman dan bertanggungjawab dalam pembuangan sampah, seperti daur ulang limbah.

JKUAT menyusun kebijakan terkait manajemen limbah elektronik yang terdiri dari elemen-elemen sebagai berikut :

1. *Legal Framework* (Kerangka Hukum)
   Kebijakan manajemen limbah elektronik didukung oleh hukum lingkungan termasuk *Environmental Management and Co-Ordination Act*, 1999.
2. *Capacity Building* (Peningkatan Kapasitas)
   Kegiatan manajemen limbah elektronik harus diperkuat melalui peningkatan kapasitas dan melanjutkan upaya penelitian dan pengembangan. Ketrampilan yang ada di area limbah elektronik masih terbatas, padahal ketrampilan tersebut merupakan prasyarat untuk perlindungan terhadap bahaya limbah elektronik baik untuk lingkungan maupun kesehatan manusia. Oleh karena itu, JKUAT harus :
   a. Memfasilitasi pengembangan terhadap pelatihan pengelolaan limbah elektronik untuk menangani perawatan teknis, pembongkaran, dan manajemen limbah elektronik yang berkelanjutan, untuk memberikan keuntungan kepada lingkungan dan kesehatan manusia.
   b. Mengembangkan model bisnis limbah elektronik yang dapat menghasilkan keuntungan sosial. Keuntungan sosial tersebut diantaranya adalah pekerjaan dan transfer ketrampilan dari universitas kepada pemerintah pusat maupun daerah dalam kerjasama dengan pihak swasta.
3. *Environmentally Sound Management of E-Waste* (Pengelolaan Limbah Elektronik yang Ramah Lingkungan)
   Pengelolaan limbah yang ramah lingkungan mengacu pada proses daur ulang tanpa memberikan dampak terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Penggunaan teknologi yang ramah lingkungan perlu untuk didorong agar dapat meningkatkan efisiensi proses, memaksimalkan pemulihan material dan melestarikan energi, berikut dengan mengurangi timbulan sampah. Kebijakan ini harus mengaktifkan akses ke teknologi tersebut dan membuat sektor informal yang dapat bertanggungjawab.
   Pengelolaan limbah elektronik yang ramah lingkungan dapat dicapai dengan tolak ukur sebagai berikut :

a. Daur ulang limbah elektronik secara terpusat/sektoral.
b. Memastikan penggunaan teknologi yang ramah lingkungan untuk memaksimalkan pemulihan dan meminimalkan timbulan sampah.
c. Teknologi yang sesuai untuk daur ulang.
d. Pengembangan keahlian dan ketrampilan untuk menggunakan operasi yang ramah lingkungan dalam menangani limbah elektronik.

4. *Awareness and Informations Dissemination* (Kesadaran dan Penyebaran Informasi)

   Tingkat kesadaran publik terhadap bahaya dari limbah elektronik masih rendah, terutama masyarakat di sekitar kampus. Belum terdapat kampanye kesadaran masyarakat tentang cara aman menangani limbah elektronik. Oleh karena itu, JKUAT harus :

   a. Mengembangkan strategi untuk edukasi termasuk dengan bekerjasama dengan pihak terkait.
   b. Mengembankan portal web untuk sumber limbah elektronik.
   c. Mengorganisir *event* tahunan untuk memajukan kesadaran terhadap limbah elektronik.

   Peningkatan kesadaran dibutuhkan kepada seluruh *stakeholder* dalam rantai nilai limbah elektronik. Pelatihan dan pengadaan program peningkatan kesadaran dibutuhkan secara terorganisir dengan melibatkan *stakeholder* terkait.

5. *Resource Mobilisation* (Mobilisasi Sumber Daya)

   Pihak JKUAT harus memberikan sumber daya untuk pengelolaan limbah elektronik dengan cara :

   a. Meningkatkan alokasi dana yang ditujukan untuk mengurangi resiko dari limbah elektronik.
   b. Mekanisme untuk mobilisasi sumber daya dari mitra pengembangan.
   c. Menyediakan tempat, perlengkapan, peralatan, dan sistem bantu lainnya untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaan limbah elektronik.

2.7.2 Universiti Kebangsaan Malaysia (Malaysia)

Menurut Chibunna *et al.* (2012), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) telah berkomitmen dalam menjaga ekosistem serta meningkatkan kualitas lingkungan hidup melalui manajemen, penelitian, pengembangan dan praktik-praktik berkelanjutan dari masyarakat. Prinsip yang digunakan adalah :

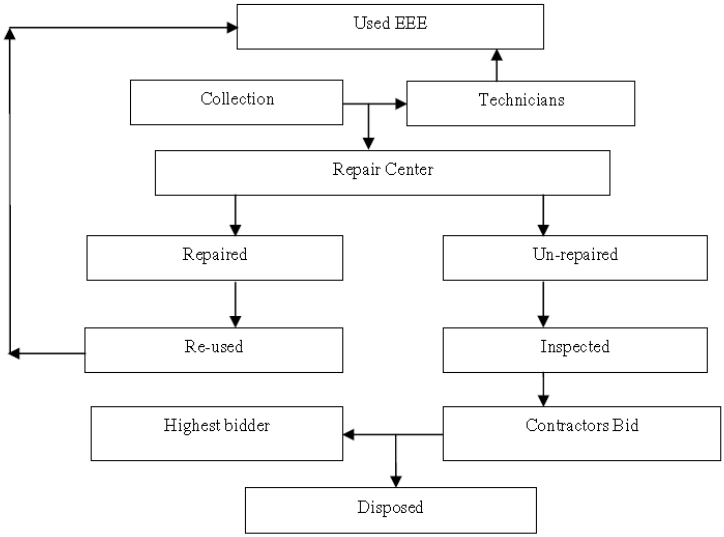
1. Bukti praktik institusional yang dapat meningkatkan keberlanjutan dan memberikan prioritas kepada *supplier* dengan praktik keberlanjutan.
2. Meningkatkan kesejahteraan dan produktivitas masyarakat.
3. Meningkatkan kesehatan ekosistem kampus.
4. Mempromosikan penelitian lingkungan dan pengembangan kelembagaan untuk keberlanjutan.
5. Mengembangkan strategi untuk mendukung proses pengambilan keputusan.
6. Menggunakan indikator pengembangan yang berkelanjutan untuk memberikan laporan pemantuan dan meningkatkan keberlanjutan.

Prinsip tersebut telah dicapai secara bertahap melalui implementasi dengan program yang berbeda, contohnya adalah program pengelolaan limbah padat yang berkelanjutan.

Pengelolaan limbah elektronik di UKM masih dalam masa pertumbuhan. Saat ini, terdapat lebih dari 8000 unit komputer di dalam kampus. Peralatan bernilai diatas $900 diklasifikasikan sebagai aset sedangkan peralatan yang bernilai dibawah $900 adalah persediaan dan tidak tercatat dalam *database*.

Di UKM, terdapat proses sederhana dalam pengelolaan limbah elektronik yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Pada akhirnya waktu guna sebuah barang elektronik, mereka dikumpulkan dari berbagai lokasi yang berbeda dalam kampus oleh teknisi yang ditunjuk dan dikirim ke pusat perbaikan barang elektronik UKM. Pada pusat perbaikan UKM, beberapa barang elektronik akan diperbaiki dan beberapa sisanya tidak, sesuai tingkat kerusakan barang tersebut. Barang elektronik yang tidak dapat diperbaiki akan diperiksa oleh pihak yang berwenang. Kemudian barang elektronik tersebut akan dijual pada pihak tertentu yang bersedia membayar dengan harga tertinggi. Barang

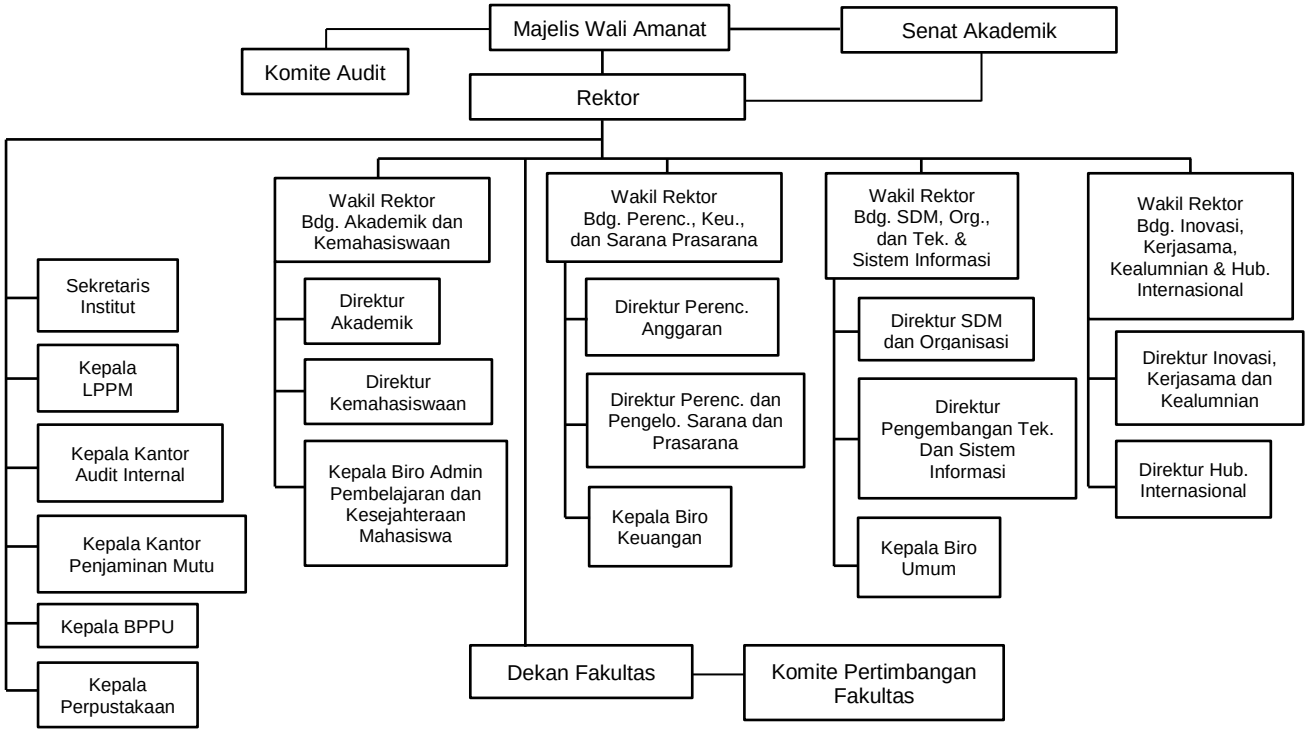
elektronik yang telah diperbaiki, akan dikembalikan ke UKM sebagai sistem sekunder untuk *reuse* atau didonasikan.



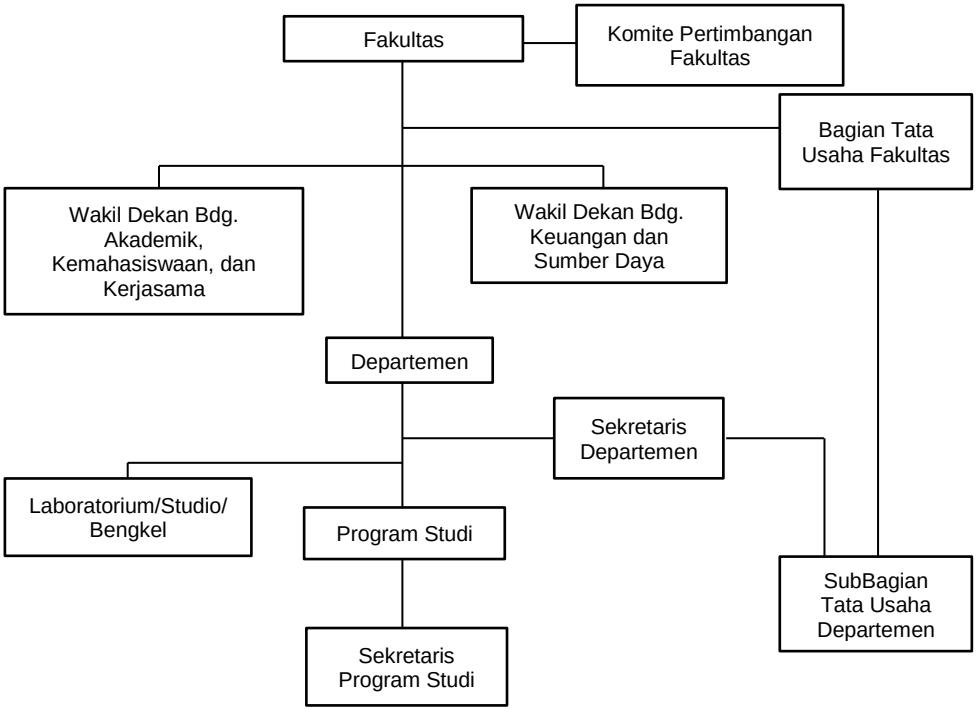
Gambar 2. 4 Skema Pengelolaan Limbah Elektronik di UKM
sumber: Chibunna *et al*., 2012

2.8 Struktur Organisasi ITS

ITS memiliki Susunan Organisasi dan Tata Kerja (SOTK) yang mengatur alur serta fungsi dari masing-masing elemen dalam organisasi ITS. Pengelolaan limbah elektronik mengikuti sistem dari SOTK, mulai dari unit pendidikan hingga sampai ke ITS pusat. Struktur organisasi ITS mengalami perubahan setelah pergantian status ITS menjadi Perguruan Tinggi Negeri Berbasis Hukum (PTNBH). SOTK ITS diatur dalam Peraturan Rektor ITS No. 10 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Berikut struktur organisasi ITS yang berlaku saat ini ditunjukkan pada Gambar 2.5 dan Gambar 2.6.



Gambar 2. 5 Susunan Organisasi dan Tata Kerja ITS



Gambar 2. 6 Struktur Organisasi Fakultas dan Departemen ITS

Pada SOTK ITS, belum terdapat elemen yang memiliki tanggung jawab untuk mengelola limbah elektronik sebagai limbah B3. Pengelolaan limbah elektronik hanya dilakukan dalam lingkup pengelolaan barang milik negara. Pengelolaan limbah elektronik yang merupakan barang milik negara dilakukan oleh Subbagian Inventarisasi Aset yang berada dalam naungan Biro Keuangan. Pengelolaan yang dilakukan hanya sebatas inventarisasi dan penghapusan aset, sehingga tidak ada kewajiban untuk mengelola limbah elektronik sesuai dengan pengelolaan limbah B3.

Pada tingkat fakultas dan departemen, pengelolaan limbah elektronik menjadi tanggung jawab dari Subbagian Tata Usaha Fakultas/Departemen. Pengelolaan dilakukan untuk limbah elektronik habis pakai dan limbah elektronik inventaris. Belum terdapat elemen khusus yang bertanggungjawab untuk mengelola limbah elektronik sebagai limbah B3. Limbah B3 yang dikelola hanyalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium. Kepala Laboratorium kemudian memiliki kewenangan dalam pengelolaan limbah B3 laboratorium, dan tidak terdapat kewajiban untuk melakukan pengolahan.

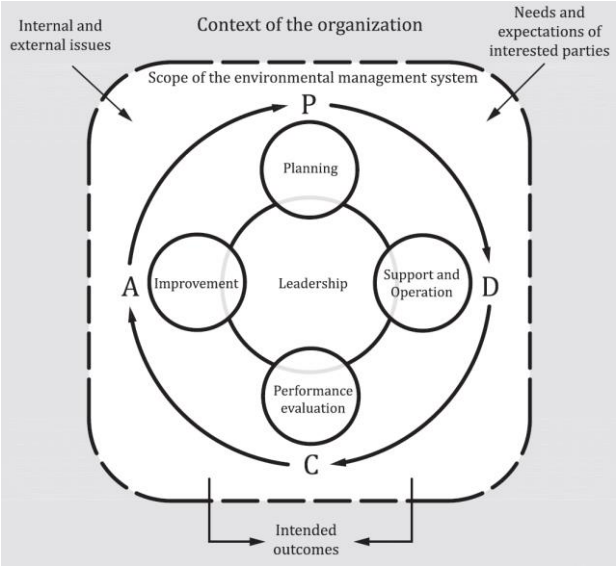
2.9 Sistem Manajemen Lingkungan

ITS memiliki suatu badan/organisasi yang berfungsi untuk mengelola keseluruhan sistem didalam ITS untuk mencapai tujuan dari ITS sebagai salah satu institut teknologi di Indonesia. Sistem pengelolaan yang dilakukan dalam suatu organisasi dapat mengacu pada standar internasional, yaitu ISO/FDIS 14001:2015 tentang Sistem Manajemen Lingkungan.

Dalam dokumen tersebut, dijelaskan bahwa dasar dari suatu manajemen lingkungan ada dalam konsep PDCA (*Plan-Do-Check-Action*), seperti ditunjukkan pada Gambar 2.7. Konsep PDCA memberikan proses berulang yang dapat digunakan oleh suatu organisasi dalam mencapai peningkatan yang berkelanjutan. Konsep ini dapat diaplikasikan pada sistem manajemen lingkungan dan pada setiap elemen individu pengelola. Penjelasan konsep PDCA secara singkat adalah sebagai berikut :

- *Plan* (rencana): membentuk suatu tujuan dan proses pengelolaan yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan yang sesuai dengan kebijakan organisasi.

- *Do* (implementasi): implementasi proses pengelolaan yang telah direncanakan.
- *Check* (pemeriksanaan): pengawasan dan penilaian proses terhadap kebjiakan lingkungan, termasuk komitmen yang telah disepakati, tujuan, serta pelaporan hasil.
- *Act* (aksi): mengambil langkah untuk meningkatkan proses pengelolaan secara kontinyu.



Gambar 2. 7 Konsep PDCA
sumber: *comitte.iso.org*

Pada klausul 5 dijelaskan peran pemimpin atau manajemen utama pada suatu organisasi dalam sistem manajemen lingkungan. Pemimpin seharusnya membentuk, mengimplementasikan, dan menegakkan kebijakan lingkungan yang:

a) sesuai dengan tujuan dan konteks dari organisasi, termasuk sifat dasar, skala dan dampak dari adanya kegiatan;
b) memberikan kerangka kerja;

c) mengandung komitmen dalam perlindungan terhadap lingkungan;
d) mengandung komitmen dalam memenuhi kewajiban;
e) mengandung komitmen dalam peningkatan sistem manajemen lingkungan untuk meningkatkan kualitas lingkungan.

Pada klausul 7 dijelaskan elemen-elemen pendukung dalam sistem manajemen lingkungan. Organisasi harus menentukan dan menyediakan sumber daya manusia yang dibutuhkan dalam pembentukan, pengimplementasian, perawatan dan peningkatan sistem manajemen lingkungan yang berkelanjutan. Sumber daya manusia yang ada harus memiliki kompetensi yang sesuai dengan tugas. Kompetensi didapatkan melalui kesesuain basis pendidikan, pelatihan, ataupun pengalaman kerja. Pengawasan terhadap sumber daya manusia yang dimiliki juga dibutuhkan untuk menjaga etos kerja.

2.10 Metode AHP

Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) merupakan sebuah kerangka pengambilan keputusan efektif atas persoalan yang kompleks dengan menyederhanakan dan memecahkan persoalan tersebut ke dalam variabel-variabel. Dengan menata variabel ini dalam suatu susunan hirarki, memberi nilai numerik pada pertimbangan subjektif tentang pentingnya tiap variabel dan mensintesis berbagai pertimbangan untuk menetapkan variabel yang memiliki prioritas tertinggi dan bertindak untuk mempengaruhi hasil pada situasi tersebut (Perdana dan Trihadiningrum, 2014).

Saaty (2008) menjelaskan bahwa AHP merupakan proses yang berbasis matematis dan sesuai untuk kondisi evaluasi atribut-atribut kualitatif. Atribut tersebut secara matematik dikuantitatifkan dalam perbandingan berpasangan. Kelebihan AHP dibandingkan dengan metode pengambilan keputusan lainnya adalah AHP memilik struktur hirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria hingga sub-kriteria yang dipilih. AHP memperhitungkan validitas hingga batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh para pengambil keputusan. Menurut Bernasconi *et al.* (2010), proses utama dari AHP adalah pengukuran, yaitu pada pengukuran skala. Bobot dan prioritas dari masing-masing pilihan

didapatkan dari pengambil keputusan yang merupakan ahli pada bidang tersebut. Penilaian dari para pengambil keputusan didapatkan dengan membandingkan semua pilihan pada tingkatan yang sama.

2.10.1 Prosedur AHP

Menurut Saaty (2008), untuk menentukan keputusan yang terorganisir sesuai prioritas dibutuhkan menguraikan keputusan tersebut ke dalam tahap berikut :

1. Pendefinisian masalah dan penentuan jenis pengetahuan yang dicari.
2. Pembentukan struktur hirarki keputusan berdasarkan tujuan utama, kemudian pandangan dari perspektif yang luas, dari tingkat menengah hingga tingkat terendah.
3. Penyusunan matriks perbandingan. Elemen pada tingkat atas digunakan untuk perbandingan elemen pada tingkat menengah kebawah.
4. Penggunaan prioritas yang didapatkan dari perbandingan untuk mempertimbangkan prioritas di tingkat menengah kebawah. Hal ini dilakukan untuk setiap elemen. Kemudian ditambahkan nilai yang telah dipertimbangkan dan didapatkan keseluruhan atau prioritas umum. Poses penimbangan dan penambahan dilanjutkan hingga prioritas terakhir dari tiap alternatif di semua tingkat didapatkan.

Untuk membuat perbandingan, dibutuhkan skala angka yang mengindikasikan tingkat kepentingan atau dominansi satu elemen dengan elemen lainnya dengan memperhatikan standar yang ada. Tabel 2.5 menunjukkan skala kepentingan dan penjelasannya.

Tabel 2. 5 Skala Kepentingan

Intensitas Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Dua aktivitas memiliki kontribusi yang sama terhadap objek
2	Nilai tengah	
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan penilaian sedikit mempengaruhi salah satu aktivitas dari aktivitas lainnya
4	Nilai tengah	

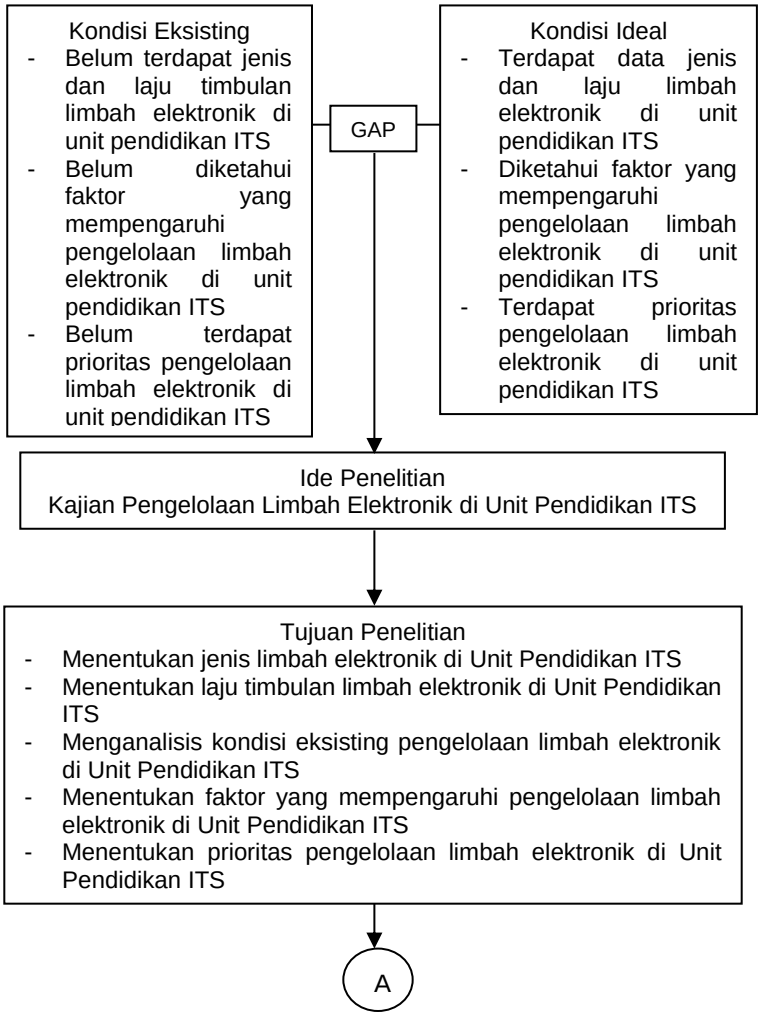
Intensitas Kepentingan	Definisi	Keterangan
5	Lebih penting	Pengalaman dan penilaian memengaruhi salah satu aktivitas dari aktivitas lainnya
6	Nilai tengah	
7	Sangat lebih penting	Salah satu aktivitas sangat memengaruhi aktivitas lainnya, dominansi didemonstrasikan dalam pelaksanaan
8	Nilai tengah	
9	Mutlak lebih penting	Bukti menunjukkan bawah salah satu aktivitas merupakan aktivitas dengan urutan prioritas tertinggi
Nilai Kebalikan	Apabila aktivitas X mempunyai salah satu skala dari skala diatas dan dibandingkan dengan aktivitas Y, maka Y mempunyai nilai kebalikan apabila dibandingkan dengan X	
1.1 – 1.9	Apabila aktivitas sangat mirip	Apabila sulit untuk menetapkan nilai terbaik dan ketika dibandingkan dengan aktivitas lainnya ukuran dari angka tidak terlihat, tetapi tetap mengindikasi kepentingan dari aktivitas

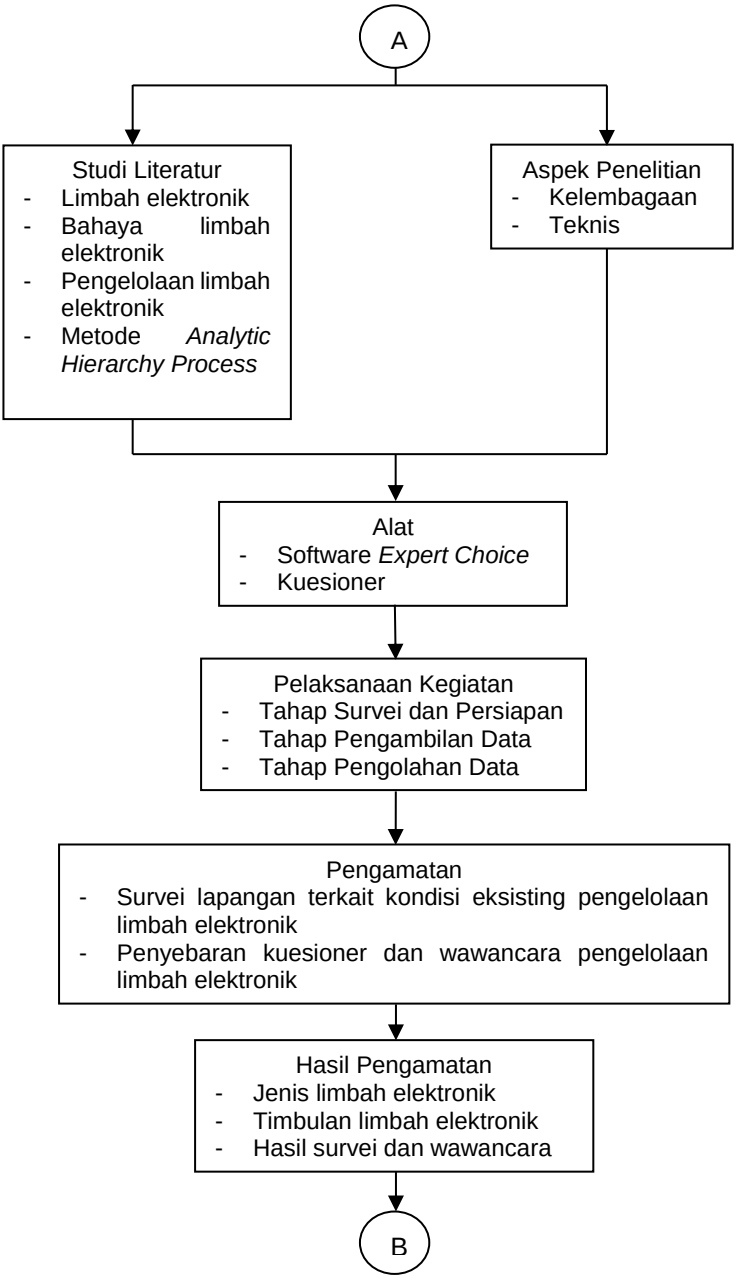
sumber: Saaty, 2008

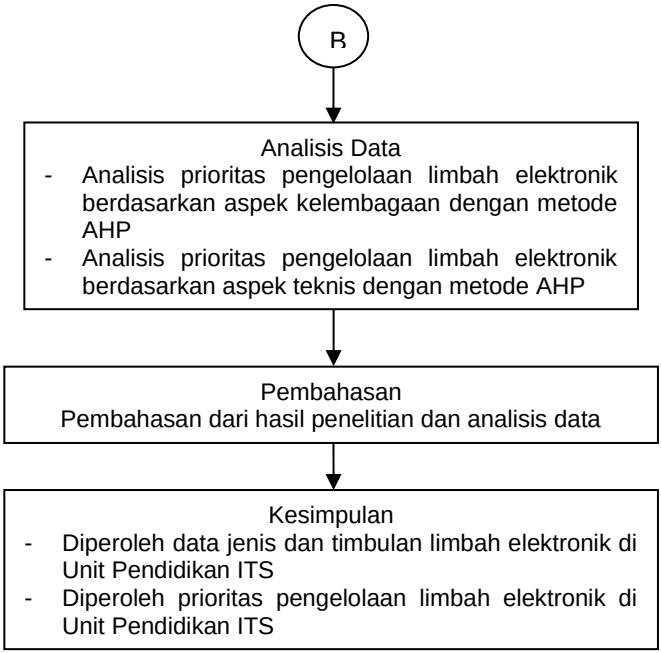
BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Berdasarkan ide penelitian yang telah direncanakan, maka kerangka penelitian ini dapat dilihat pada diagram berikut.




A
Studi Literatur
- Limbah elektronik
- Bahaya limbah elektronik
- Pengelolaan limbah elektronik
- Metode *Analytic Hierarchy Process*
Aspek Penelitian
- Kelembagaan
- Teknis
Alat
- Software *Expert Choice*
- Kuesioner
Pelaksanaan Kegiatan
- Tahap Survei dan Persiapan
- Tahap Pengambilan Data
- Tahap Pengolahan Data
Pengamatan
- Survei lapangan terkait kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik
- Penyebaran kuesioner dan wawancara pengelolaan limbah elektronik
Hasil Pengamatan
- Jenis limbah elektronik
- Timbulan limbah elektronik
- Hasil survei dan wawancara
B



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

3.2.1 Tahap Survei dan Persiapan

1. Penentuan jumlah sampel yang dari ruang sampel.
   Ruang sampel merupakan seluruh unit pendidikan (departemen) yang ada di ITS yang berjumlah 28 departemen. Metode yang digunakan adalah metode *Cluster*. *Cluster* didasarkan pada jumlah mahasiswa S1 di masing-masing departemen, yang terdata oleh ITS di tahun 2016. Jumlah mahasiswa dari masing-masing departemen ditunjukkan pada Tabel 3.1. Hasil pengelompokan departemen ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 1 Jumlah Mahasiswa Tiap Departemen di ITS

Fakultas	Departemen	Jumlah Mahasiswa
FTSP	Teknik Sipil	872
	Teknik Lingkungan	461

Fakultas	Departemen	Jumlah Mahasiswa
	Teknik Geomatika	370
	Teknik Geofisika	238
	Arsitektur	436
	Desain Produk Industri dan Desain Interior	637
	Perencanaan Wilayah Kota	429
FTI	Teknik Elektro	971
	Teknik Kimia	772
	Teknik Industri	660
	Teknik Mesin	1023
	Teknik Fisika	651
	Teknik Material dan Metalurgi	547
	Manajemen Bisnis	302
	Teknik Multimedia dan Jaringan	191
	Teknik Biomedik	82
FTK	Teknik Kelautan	606
	Teknik Perkapalan	452
	Sistem Perkapalan	563
	Sistem Transportasi Laut	245
FMIPA	Statistika	660
	Fisika	456
	Kimia	431
	Biologi	325
	Matematika	462
FTIF	Teknik Informatika	767
	Sistem Informasi	737

sumber : *www.baak.its.ac.id*

Departemen Desain Produk Industri masih menjadi satu dalam proses akademik dan penggunaan sarana prasarana di unit pendidikannya, sehingga pada penelitian ini kedua departemen tersebut digabungkan.

Tabel 3. 2 Hasil Pengelompokkan Departemen di ITS

No.	Jumlah Mahasiswa (orang)		
	<400	**400-800**	**>800**
1	Teknik Geomatika	Teknik Lingkungan	Teknik Sipil
2	Teknik Geofisika	Desain Produk Industri dan Desain Interior	Teknik Elektro
3	Manajemen Bisnis	Perencanaan Wilayah Kota	Teknik Mesin
4	Teknik Multimedia dan Jaringan	Arsitektur	
5	Teknik Biomedik	Teknik Kimia	
6	Sistem Transportasi Laut	Teknik Industri	
7	Biologi	Teknik Fisika	
8		Teknik Material dan Metalurgi	
9		Teknik Kelautan	
10		Teknik Perkapalan	
11		Sistem Perkapalan	
12		Statistika	
13		Fisika	
14		Kimia	
15		Matematika	
16		Teknik Informatika	
17		Sistem Informasi	

Perhitungan jumlah sampel yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- Diketahui :
  N = 28
  d = 0,1 (ditentukan)
  z = 1.282
  q = 95 %
- Perhitungan :
  d $= z \boldsymbol{x} \sqrt{\frac{\boldsymbol{p\ x\ q}}{\boldsymbol{n}}}\ \boldsymbol{x} \sqrt{\frac{\boldsymbol{N-n}}{\boldsymbol{N-1}}}$
  0,1 **=** $1.282\ x \sqrt{\frac{0{,}05\ x\ 0{,}95}{n}}\ x \sqrt{\frac{28-n}{28-1}}$
  n **=** 7
  Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dibutuhkan 7 departemen sebagai sampel dari total sejumlah 28 departemen. Kemudian ditentukan sampel yang diambil dari masing-masing *cluster*.
- Departemen dengan jumlah mahasiswa <400 orang
  n = $\frac{7}{27} x\ 7 = 2\ jurusan$
- Departemen dengan jumlah mahasiswa 400-800 orang
  n = $\frac{17}{27}\ x\ 7 = 4\ jurusan$
- Departemen dengan jumlah mahasiswa >800 orang
  n = $\frac{3}{27}\ x\ 7 = 1\ jurusan$
  Sampel yang akan dipilih dari masing-masing *cluster* ditentukan secara acak. Hasil pemilihan departemen secara acak yang akan dijadikan objek adalah : Teknik Geofisika, Biologi, Teknik Lingkungan, Arsitektur, Teknik Kelautan, Sistem Informasi, dan Teknik Elektro.

2. Survei awal lapangan untuk mengamati kondisi eksisting masing-masing departemen.
3. Pengurusan perizinan untuk penelitian kepada masing-masing departemen.
4. Perancangan KPI yang dilakukan berdasarkan kriteria teknis yang terdapat dalam peraturan tentang pengelolaan limbah B3. KPI yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4.

Tabel 3. 3 *Key Performance Indicator* Aspek Teknis

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Bobot	Skor	Nilai
1.	Pengadaan Barang Elektronik	Kualitas barang elektronik	Merk/Brand barang elektronik			
			Tahun Produksi barang elektronik			
			Spesifikasi barang elektronik			
		Kuantitas barang elektronik	-			
		Harga barang elektronik	-			
2.	Penggunaan dan Perawatan Barang Elektronik	Penggunaan barang sesuai prosedur	-			
		Perawatan barang elektronik	-			
3.	Pemanfaatan Limbah Elektronik	*Reuse*	-			
		Reparasi	-			
4.	Pra-Penyimpanan Limbah Elektronik	Pelabelan limbah (jenis, merk dan tipe, kode barang, tahun dapat, tahun rusak dan lain-lain)	-			
		Pemilahan limbah	-			
5.	Penyimpanan Limbah Elektronik	Kapasitas ruang penyimpanan	-			
		Kondisi ruang penyimpanan	Ruang penyimpanan terlindung dari air hujan/kebocoran			
			Ruang penyimpanan terlindung dari sinar matahari			
			Ventilasi ruang penyimpanan			
			Penerangan ruang penyimpanan			
		Peletakan limbah elektronik	-			
		Alat penanggulangan keadaan darurat	-			
		Waktu penyimpanan	-			

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Bobot	Skor	Nilai
		Pemeliharaan ruang penyimpanan	Inspeksi limbah elektronik			
			Pembersihan ruang penyimpanan			
			Perbaikan ruang penyimpanan			
6.	Pengumpulan Limbah Elektronik	Waktu pemutihan limbah	-			
		Pemindahan limbah (departemen ke ITS pusat)	-			

Tabel 3. 4 *Key Performance Indicator* Aspek Kelembagaan

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Bobot	Skor	Nilai
1.	Administrasi	Perizinan pengelolaan limbah B3 kepada instansi berwenang (Dinas Lingkungan Hidup)			
		Inventarisasi limbah elektronik oleh tenaga kependidikan (tendik) Departemen			
		Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3 (pengumpul, pengolah, atau penimbun limbah B3)			
2.	Tugas pokok dan fungsi	Struktur organisasi			
		Deskripsi tupoksi			
		Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja			
3.	Sumber Daya Manusia	Latar belakang pendidikan tendik			
		Pelatihan pengelolaan limbah B3			
		Pengawasan kepada tendik			

3.2.2 Tahap Pengambilan Data

1. Pengambilan data inventarisasi barang elektronik dari masing-masing departemen sebagai data sekunder.
2. Pendataan limbah elektronik dari masing-masing departemen. Pendataan limbah elektronik dilakukan secara langsung dengan observasi ke tempat penyimpanan limbah elektronik. Limbah elektronik di gudang penyimpanan akan dilihat kondisinya, kemudian juga ditimbang untuk mengetahui beratnya, serta diukur untuk mengetahui dimensinya.

   Pada kolom kondisi barang akan diisi sesuai kondisi eksisting limbah, yaitu :
   a. Baik (B) : Kondisi limbah secara fisik baik dan masih dapat difungsikan.
   b. Rusak (R) : Kondisi limbah secara fisik baik, namun tidak dapat difungsikan.
   c. Rusak Berat (RB) : Kondisi limbah secara fisik sudah tidak baik (hancur atau tidak lengkap komponennya).
3. Pengumpulan pendapat dari para ahli mengenai pengelolaan limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS. Pendapat akan dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner. Responden merupakan pihak yang berkaitan dengan pengelolaan limbah elektronik di masing-masing departemen dan pihak ITS pusat, diantaranya adalah :
   a. Pihak Eco Campus ITS
   b. Kepala Biro Keuangan dan Sarana Prasarana Bagian Pengelolaan Barang Milik Negara
   c. Kepala/Sekretaris Departemen
   d. Kepala Laboratorium
   e. Kasubag TU/Staff Inventarisasi Aset Negara

   Kuesioner yang digunakan adalah terkait prioritas pengelolaan limbah elektronik dari perspektif responden. Isi dari kuesioner ditunjukkan pada Lampiran A. Pada kuisioner yang diberikan, responden akan menentukan skala kepentingan dengan memilih satu angka sesuai perspektif responden. Angka yang dipilih akan menunjukkan tingkat kepentingan dari perbandingan masing-masing KPI. Angka 1 berarti kedua indikator sama penting, sedangkan angka 2-9 berarti salah satu indikator

lebih penting dari pembandingnya (9 menunjukkan bahwa indikator jauh lebih penting). Kolom keterangan berisikan penjelasan singkat yang merupakan justifikasi dari hasil penilaian. Nilai yang didapat akan digunakan dalam penentuan bobot dalam KPI.

4. Observasi lapangan untuk menilai pencapaian pengelolaan limbah elektronik di masing-masing departemen dan mengetahui skema pengelolaan limbah elektronik di dari pengadaan hingga ke pembuangan limbah elektronik. Penilaian dilakukan pada semua aspek di KPI dan menggunakan PP 101 Tahun 2014 sebagai dasar perbandingannya. Penilaian menggunakan skor 1-3. Keterangan dan justifikasi dari masing-masing skor ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Keterangan dan Justifikasi Skor Penilaian

Skor	Keterangan	Justifikasi
3	Tidak Sesuai	Pengelolaan tidak sesuai dengan peraturan
2	Sesuai	Pengelolaan sudah sesuai namun hanya sebagian
1	Sangat Sesuai	Pengelolaan sudah sesuai dengan peraturan

Pada tahap penilaian ini, aspek yang tidak sesuai dengan peraturan menjadi prioritas utama dalam pengelolaan. Oleh karena itu, bila kondisi eksisting masih tidak sesuai maka akan mendapat skor tinggi, karena semakin tinggi skor yang didapatkan akan menjadi prioritas lebih dalam pengelolaan. Skor 3 diberikan apabila kondisi eksisting pengelolaan tidak sesuai dengan peraturan atau belum ada upaya pengelolaan. Skor 2 diberikan apabila kondisi eksisting pengelolaan sudah sesuai dengan peraturan namun tidak seluruhnya. Skor 1 diberikan apabila pengelolaan yang dilakukan sudah sesuai dengan peraturan.

3.2.3 Tahap Pengolahan Data

1. Penentuan prioritas kepentingan AHP dilakukan dengan mengkuantitaskan pendapat kualitatif responden menggunakan skala penilaian sehingga diperoleh angka kuantitatif yang diolah menggunakan *software Expert Choice* dan akan menghasilkan bobot. Penggunaan software *Expert Choice* didasarkan pada beberapa hal,

yaitu : basis sistem operasi menggunakan *Windows*; *software* yang efektif, efisien, serta umum digunakan dalam penentuan keputusan. Rasio inkonsistensi dalam daerah toleransi tidak boleh lebih dari 10%, sehingga jawaban responden dapat dipertanggungjawabkan.

2. Bobot yang didapatkan selanjutnya dikalikan dengan besarnya *rating* pencapaian dari setiap KPI yang telah didapatkan dengan observasi lapangan. Hasil perkalian menunjukkan nilai akhir dari masing-masing KPI.
3. Tahapan terakhir dalam penelitian ini adalah menentukan prioritas pengelolaan limbah elektronik di ITS. Prioritas disusun dengan melihat hasil pembobotan dan kondisi eksisting berdasarkan observasi lapangan. Nilai akhir tersebut kemudian diurutkan dari yang tertinggi hingga terendah untuk melihat urutan prioritas pengelolaan limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Pendataan limbah dilakukan untuk mengetahui jenis, merk dan tipe, jumlah, berat, serta dimensi limbah elektronik yang terdapat pada masing-masing departemen di ITS yang menjadi objek penelitian. Pendataan limbah elektronik didapatkan secara langsung dengan survei ke ruang penyimpanan limbah elektronik di masing-masing departemen.

Pendataan dan identifikasi limbah elektronik pada tiap departemen sulit dilakukan karena jumlah limbah elektronik yang banyak serta letak limbah yang bercampur dengan limbah lain sehingga sulit untuk dijangkau. Akibatnya beberapa limbah elektronik tidak dapat diketahui data aslinya, dan menggunakan data asumsi (melihat karakteristik dari limbah yang serupa jenisnya). Semua limbah elektronik belum memiliki keterangan tanggal barang tersebut dibuang menjadi limbah, sehingga tidak dapat diidentifikasi lama penyimpanan masing-masing limbah elektronik di ruang penyimpanan secara akurat.

4.1.1 Departemen Teknik Lingkungan ITS

Departemen Teknik Lingkungan telah berdiri pada tahun 1986 dengan nama Teknik Penyehatan, dan berganti menjadi Teknik Lingkungan pada tahun 1996. Berbagai jenis barang elektronik telah digunakan dalam menunjang proses akademik selama 30 tahun. Jumlah limbah elektronik di Departemen Teknik Lingkungan saat ini tidak banyak karena sebagian besar limbah elektronik yang merupakan barang inventaris telah dipindahkan ke ITS pusat setelah melalui proses pemutihan. Data limbah elektronik Departemen Teknik Lingkungan secara rinci ditunjukkan pada Lampiran B.

Limbah elektronik di Departemen Teknik Lingkungan cukup bervariasi. Limbah elektronik terdiri atas : CPU, *monitor*, *printer*, *keyboard*, *mouse*, dan beberapa limbah elektronik lainnya. Dari data tersebut kemudian dianalisis persentase limbah elektronik berdasarkan berat dan volumenya. Data persentase limbah ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Persentase Limbah Elektronik Departemen Teknik Lingkungan ITS

No.	Limbah Elektronik	Jumlah	Berat (kg)	% berat	Volume (10^{-3} m^3)	% volume
1	CPU	17	116	29	552.6	25
2	Monitor *	15	158	40	858.6	39
3	Keyboard	19	11	3	38.5	2
4	Printer	10	47	12	234.2	11
5	Mesin Fotokopi	1	38	10	110.8	5
6	Kipas Angin	1	3	1	45	2
7	Lemari Es	1	15	4	323.0	15
8	Lain-lain	9	8	1.9	18.4	0.8
		82	396.5	100	2181	100

keterangan : *limbah elektronik dengan persentase berat dan volume terbesar
limbah lain-lain berupa stavolt, telepon, speaker, lampu unit, modem, portswitch, USB Portabel Diskette, router, mouse

Pada perhitungan tersebut, didapatkan data bahwa limbah monitor memiliki persentase volume dan berat terbesar, dengan berat 40% dari total berat limbah elektronik dan volume 35% dari total volume limbah elektronik.

4.1.2 Departemen Arsitektur ITS

Departemen Arsitektur telah berdiri sejak tahun 1965. Departemen Arsitektur sudah menjalani proses akademik selama 50 tahun dan menggunakan banyak barang elektronik dalam menunjang proses akademik. Sebagian besar barang elektronik tersebut sudah banyak yang menjadi limbah. Departemen Arsitektur sudah menjalani proses pemutihan, namun limbah elektronik yang ada saat ini masih banyak. Dari keseluruhan limbah elektronik yang disimpan, terdapat cukup banyak limbah elektronik lama, seperti CPU, OHP, mesin ketik dan limbah lainnya. Limbah tersebut merupakan barang keluaran sekitar tahun 2000, namun tidak diketahui kapan barang tersebut rusak dan menjadi limbah. Data limbah elektronik Departemen Arsitektur secara rinci ditunjukkan pada Lampiran B. Data limbah yang didapatkan kemudian dianalisis persentase berat dan volumenya. Data persentase limbah elektronik ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Persentase Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS

No.	Limbah Elektronik	Jumlah	Berat (kg)	% berat	Volume (10^{-3} m^3)	% volume
1	CPU *	110	770	40	3696	47
2	Monitor	30	360	19	1332	17
3	Keyboard	27	32.4	1.7	149	1.9
4	Printer	13	125	6	445	6
5	AC	8	200	10	880	11
6	Projector	3	30	1.6	196	2.5
7	Overhead Projector	6	60	3	176	2.2
8	Mesin Fotokopi	1	200	10	25	0.3
9	Lemari es	2	82	4	787	10
10	Lampu TL	60	12	0.6	51	0.6
	Lain-lain	11	55	2.9	153	1.9
		271	1926.4	100	7888	100

keterangan : *limbah elektronik dengan persentase berat dan volume terbesar
limbah lain-lain berupa mesin ketik, stavolt, dispenser

Dari perhitungan tersebut, didapatkan data bahwa pada Departemen Arsitektur limbah elektronik CPU memiliki persentase terbesar, dengan persentase berat 40% dari total berat limbah elektronik dan persentase volume 47% dari total volume limbah elektronik.

4.1.3 Departemen Teknik Geofisika ITS

Limbah elektronik yang terdapat pada Departemen Teknik Geofisika sangat sedikit. Untuk barang elektronik inventaris, tercatat hanya terdapat 2 jenis limbah elektronik yaitu AC dan kipas angin. Hal ini disebabkan karena Departemen Teknik Geofisika merupakan departemen yang baru berdiri pada tahun 2012, sehingga sebagian besar barang elektronik masih digunakan dan belum menjadi limbah. Selain itu kegiatan akademik Departemen Teknik Geofisika juga masih terhambat karena belum memiliki gedung sendiri (masih bergabung dengan Departemen Teknik Geomatika), sehingga kebutuhan sarana prasarana barang elektronik belum banyak. Data limbah elektronik Departemen Teknik Geofisika secara rinci ditunjukkan pada Lampiran B. Data limbah yang telah didapatkan kemudian dianalisis persentase berat dan volumenya. Data hasil perhitungan persentase berat dan volume limbah elektronik ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Persentase Limbah Elektronik Departemen Teknik Geofisika ITS

No.	Limbah Elektronik	Jumlah	Berat (kg)	% berat	Volume (10^{-3} m^3)	% volume
1	AC*	5	130	90	796	90
2	Kipas angin	2	15.2	10	90	10
		7	145.2	100	886	100

keterangan : *limbah elektronik dengan persentase berat dan volume terbesar

Dari perhitungan tersebut, didapatkan data bahwa pada Departemen Teknik Geofisika limbah AC memiliki persentase terbesar dengan persentase berat 90% dari total berat limbah elektronik dan persentase volume 90% dari total volume limbah elektronik.

4.1.4 Departemen Biologi ITS

Departemen Biologi didirikan pada tahun 1998. Banyak limbah elektronik yang dihasilkan dalam kurun waktu 20 tahun, namun sudah mengalami pemutihan sehingga jumlah limbah elektronik saat ini tidak banyak. Pendataan sulit dilakukan karena limbah elektronik yang ada juga sulit untuk dijangkau. Data limbah elektronik Departemen Biologi secara rinci dapat dilihat pada Lampiran B. Data limbah kemudian dihitung persentase berdasarkan berat dan volumenya. Hasil perhitungan persentase limbah ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Persentase Limbah Elektronik Departemen Biologi ITS

No.	Limbah Elektronik	Jumlah	Berat (kg)	% berat	Volume (10^{-3} m^3)	% volume
1	CPU	4	22	5	133	6
2	Monitor	7	84	20	324	15
3	Printer	1	3	0.7	11	0.5
4	AC*	10	283	67	1195	57
5	Lemari es	1	30	7	437	21
6	Lampu TL	1	0.2	0.05	0.85	0.04
		24	422.2	100	2100	100

keterangan : *limbah elektronik dengan persentase berat dan volume terbesar

Dari perhitungan tersebut, didapatkan data bahwa pada Departemen Biologi limbah AC memiliki persentase terbesar persentase berat 67% dari total berat limbah elektronik dan persentase volume 57% dari total volume limbah elektronik.

4.1.5 Departemen Sistem Informasi ITS

Departemen Sistem Informasi berdiri pada tahun 2001. Proses akademik Departemen Sistem Informasi sudah berjalan selama 15 tahun, dan banyak menggunakan barang elektronik. Sebagian besar barang elektronik tersebut sudah menjadi limbah terutama CPU, salah satu penyebabnya karena Departemen Sistem Informasi banyak membutuhkan komputer/komponen dengan spesifikasi yang baik untuk menunjang proses akademik. Pendataan sulit dilakukan karena banyak limbah elektronik yang tidak dapat dijangkau. Data limbah elektronik Departemen Sistem Informasi secara rinci dapat dilihat pada Lampiran B. Data limbah kemudian dihitung persentase berdasarkan berat dan volumenya. Hasil perhitungan persentase limbah ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Persentase Limbah Elektronik Departemen Sistem Informasi ITS

No.	Limbah Elektronik	Jumlah	Berat (kg)	% berat	Volume (10^{-3} m^3)	% volume
1	CPU	48	271	24	1812	29
2	Monitor	29	216.5	19	1092	18
3	Keyboard	27	17.1	2	45	0.7
4	Printer	5	12.6	1	66	1.1
5	Faksimile	3	19	2	54	0.9
6	AC*	19	570	51	3067	50
	Lain-lain	12	12	1.1	23	0.4
		143	1118	100	6159	100

keterangan : *limbah elektronik dengan persentase berat dan volume terbesar
limbah lain-lain berupa power supply, stand lamp, portswitch, headphone

Dari perhitungan tersebut, didapatkan data bahwa limbah AC memiliki persentase terbesar dengan persentase berat 51% dari total berat limbah elektronik dan persentase volume 50% dari total volume limbah elektronik.

4.1.6 Departemen Teknik Kelautan ITS

Departemen Teknik Kelautan berdiri pada tahun 1983. Dalam 35 tahun menjalani proses akademik, Departemen Teknik Kelautan banyak menggunakan barang elektronik, dan sebagian besar telah menjadi limbah. Pihak departemen telah melakukan beberapa kali proses pemutihan, namun jumlah limbah elektronik

saat ini masih tetap banyak. Pendataan sulit dilakukan karena terdapat limbah yang sulit dijangkau. Data limbah elektronik Departemen Teknik Kelautan secara rinci ditunjukkan pada Lampiran B. Hasil perhitungan persentase limbah ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Persentase Limbah Elektronik Departemen Teknik Kelautan ITS

No.	Limbah Elektronik	Jumlah	Berat (kg)	% berat	Volume (10^{-3} m^3)	% volume
1	Monitor	50	559.9	34	2757	29
2	CPU	44	220	13	2200	23
3	Keyboard	22	20.95	1.25	30	0.3
4	Printer	15	74.8	4	352	4
5	Scanner	1	2	0.12	8	0.1
6	AC*	13	563.5	34	3374	36
7	OHP	3	30	2	88	0.9
8	Stavolt	16	100.5	6	72	1
9	Dispenser	1	5	0.30	123	1.3
10	Lemari es	1	30	2	406	4
	Lain-lain	19	64.1	3.8	75.9	0.8
		185	1670.75	100	9485	100

keterangan : *limbah elektronik dengan persentase berat dan volume terbesar
limbah lain-lain berupa power supply, UPS, ethernet, speaker, harddisk, CD room, fax modem, raket nyamuk, mouse

Dari perhitungan tersebut, didapatkan data bahwa limbah AC memiliki persentase terbesar dengan persentase berat 34% dari total berat limbah elektronik dan persentase volume 36% dari total volume limbah elektronik.

4.1.7 Departemen Teknik Elektro ITS

Departemen Teknik Elektro ITS berdiri sejak tahun 1960. Departemen ini banyak menggunakan barang elektronik dalam proses belajar mengajar. Menurut data dari bagian inventaris, Departemen Teknik Elektro belum pernah melakukan proses pemutihan limbah elektronik, sehingga jumlah limbah elektronik yang masih disimpan di dalam gedung masih sangat banyak. Data limbah elektronik miliki Departemen Teknik Elektro secara rinci dilampirkan pada Lampiran B. Hasil perhitungan persentase limbah elektronik ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Persentase Limbah Elektronik Departemen Teknik Elektro ITS

No.	Limbah Elektronik	Jumlah	Berat (kg)	% berat	Volume (10^{-3} m3)	% volume
1	CPU	191	955	9	9550	13
2	Monitor	9	117	1	147	0.2
3	Keyboard	17	17	0.2	28	0.04
4	Printer	57	228	2	1226	2
5	Scanner	6	12	0.1	50	0.1
6	Laptop	19	38	0.4	71	0.1
7	AC*	96	3880	37	14581	20
8	Faksimile	2	11	0.1	35	0.05
9	Televisi	5	75	0.7	80	0.1
10	Dispenser	1	5	0.05	123	0.2
11	Pesawat Telepon	31	12.4	0.1	74	0.1
12	Mesin Jilid	2	100	1	352	0.5
13	Oscilloscope	2	20	0.2	49	0.1
14	Wheel Balancer**	8	1600	15	34272	48
15	Video Monitor	10	200	2	3647	5
16	Universal Test Machine	3	540	5	2849	4
17	Loudspeaker	9	153	1	695	1.0
18	Centrifuge	22	2200	21	3288	5
19	Voltmeter	33	16	0.2	16.5	0.02
	Lain-lain	54	321	3	691	1.2
		577	10500.9	100	71824	100

keterangan : *limbah elektronik dengan persentase berat terbesar
**limbah elektronik dengan persentase volume terbesar
limbah lain-lain berupa kipas angin, exhaust fan, amplifier, microphone, UPS, camera video, audio visual, receiver, video processor, digital video effect, film projector, slide projector, photo tustel, GPS receiver, spektrofotometer, analytical balance electric, audio generator, server, hub

Dari perhitungan tersebut, didapatkan data bahwa limbah AC memiliki persentase berat terbesar yaitu 37% dari total berat limbah elektronik, sedangkan limbah *Wheel Balancer* memiliki persentase volume terbesar yaitu 48% dari total volume limbah elektronik.

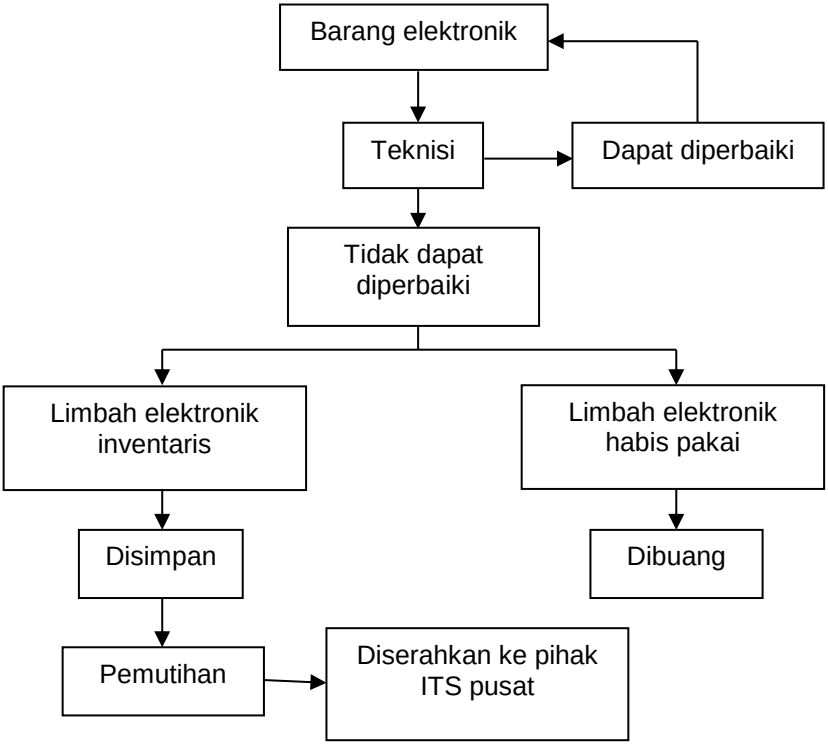
4.2 Kondisi Eksisting Pengelolaan Limbah Elektronik

Kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik dilakukan pada tiap departemen yang menjadi objek penelitian. Setelah dilakukan observasi, ternyata terjadi ketimpangan pengelolaan limbah elektronik di unit pendidikan ITS. Sebagian besar departemen belum memiliki pengelolaan yang baik. Aspek teknis yang telah diatur dalam peraturan pengelolaan limbah B3 belum dipenuhi oleh sebagian besar departemen yang diteliti.

Dalam mengelola limbah elektronik, departemen membedakan antara pengelolaan limbah elektronik inventaris dan limbah elektronik habis pakai. Limbah elektronik inventaris tidak bisa langsung dibuang karena terhitung sebagai aset negara, yang harus dikembalikan kepada negara lewat proses pemutihan. Sedangkan untuk limbah elektronik habis pakai bisa langsung dibuang oleh masing-masing departemen, dan dikumpulkan oleh pihak ITS pusat. Secara umum mekanisme pengelolaan limbah elektronik di masing-masing departemen adalah sama, ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Sebelum barang elektronik menjadi limbah, dilakukan pemeriksaan oleh teknisi untuk mengukur tingkat kerusakan, dan menentukan barang tersebut bisa dan layak untuk diperbaiki atau tidak. Ketika sudah dinyatakan menjadi limbah, maka untuk limbah elektronik habis pakai dapat langsung dibuang untuk dikumpulkan oleh ITS, sedangkan limbah elektronik inventaris harus disimpan. Limbah elektronik inventaris wajib untuk disimpan oleh pihak departemen hingga waktu yang tidak ditentukan, karena harus menunggu adanya proses pemutihan oleh pihak ITS.

Pengelolaan limbah elektronik mengacu pada peraturan pengelolaan limbah B3. Peraturan yang digunakan diantaranya Peraturan Pemerintah RI No. 101 Tahun 2014, Peraturan Menteri Lingkuhan Hidup No. 30 Tahun 2009 serta Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan No. 01 Tahun 1995. Banyak aspek yang belum dipenuhi oleh unit pendidikan ITS. Salah satu aspek yang belum dipenuhi oleh semua departemen yang diteliti adalah pemberian label limbah B3. Belum terdapat departemen yang memberikan simbol dan label limbah B3 pada limbah elektronik.



Gambar 4. 1 Mekanisme Pengelolaan Limbah Elektronik di ITS

4.2.1 Departemen Teknik Lingkungan ITS

Departemen Teknik Lingkungan menghasilkan banyak limbah elektronik, dalam 30 tahun menjalani proses akademik. Namun limbah elektronik yang ada saat ini tidak banyak, karena telah dilakukan pemutihan limbah elektronik inventaris. Limbah elektronik disimpan pada ruang penyimpanan dan bercampur dengan berbagai jenis limbah lainnya. Pengelolaan limbah elektronik yang dilakukan oleh Departemen Teknik Lingkungan masih memiliki kekurangan pada beberapa aspek. Pada Tabel 4.8 ditunjukkan kondisi pengelolaan limbah elektronik Departemen Teknik Lingkungan pada berbagai aspek.

Tabel 4. 8 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Teknik Lingkungan

Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
Lokasi penyimpanan limbah elektronik	Bebas banjir	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Jauh dari bahan berbahaya	Sudah sesuai	
	Keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3	Belum sesuai	
Kapasitas ruang penyimpanan	Mampu menampung sesuai laju timbulan limbah	Sudah sesuai	Permen LH No. 30 Tahun 2009
Peletakan limbah elektronik	Terdapat tata letak limbah B3	Belum sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Penumpukan dapat menggunakan rak	Belum sesuai	
	Lebar jarak antar blok minimal minimal 60 cm	Belum sesuai	
Penerangan	Penerangan dengan lampu dan sinar matahari	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Jarak lampu dengan limbah paling dekat 1 meter	Sudah sesuai	
Ventilasi	Ventilasi yang memadai	Sudah sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995 • SNI 03-6572-2001
	Kasa penutup	Belum sesuai	
	Luas ventilasi minimal 5% dari luas lantai	Sudah sesuai	
Kondisi fisik bangunan penyimpanan	Mampu melindungi dari sinar matahari	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Mampu melindungi dari air hujan/kebocoran	Sudah sesuai	

Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
	Lantai kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak	Sudah sesuai	
Pelabelan limbah elektronik	Label memuat keterangan: nama; penghasil; tanggal dihasilkan; dan tanggal pengemasan limbah B3	Belum sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Label dilekatkan pada kemasan limbah B3	Belum sesuai	
Alat penanggulangan keadaan darurat	Alat penanggulangan darurat minimal adalah alat pemadam api; dan alat lainnya sesuai kebutuhan yang dapat digunakan	Sudah sesuai	PP RI No. 101 Tahun 2014

Berikut akan dijelaskan secara rinci sistem pengelolaan limbah elektronik milik Departemen Teknik Lingkungan.

4.2.1.1 Lokasi Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Teknik Lingkungan berada area gedung Departemen Teknik Lingkungan pada lantai 3. Ruang penyimpanan ini terletak bersebelahan dengan ruang kerja departemen dan laboratorium. Sesuai dengan Permen LH No. 30 Tahun 2009, lokasi penyimpanan ini merupakan daerah bebas banjir (terletak di lantai 3) dan memiliki jarak yang aman dari bahan lain yang berbahaya. Belum terdapat keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3 di luar ruangan, sehingga tidak dapat diketahui bahwa ruang tersebut merupakan ruang untuk menyimpan limbah B3. Gambar lokasi penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.2.

Gambar 4. 2 Lokasi Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Lingkungan

4.2.1.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan

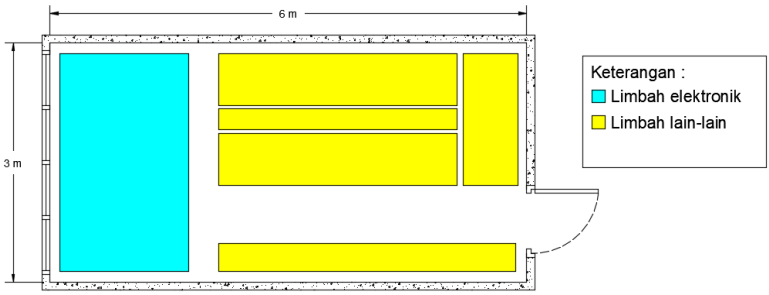
Ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Teknik Lingkungan memiliki kapasitas yang besar dengan dimensi sekitar 6x3x4 meter. Ruangan seluas 18 m^2 ini mampu menampung limbah elektronik dengan limbah lainnya, dengan menyisakan sedikit ruang untuk jalan. Kondisi penyimpanan limbah didalam ruang penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.3.

Sebagian besar limbah yang disimpan adalah limbah lain-lain, seperti : dokumen-dokumen akademik, kertas bekas, kotak kardus, sofa bekas, dan lain-lain.

Gambar 4. 3 Penyimpanan Limbah Elektronik di Departemen Teknik Lingkungan

4.2.1.3 Peletakan Limbah Elektronik

Tata letak limbah di ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Teknik Lingkungan ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Lingkungan

Limbah elektronik menempati sekitar 1/3 dari luas ruangan, yaitu pada sisi ruangan di dekat jendela, dan sisanya digunakan untuk penyimpanan limbah lain. Limbah elektronik diletakkan secara tidak beraturan pada lantai. Belum ada upaya pemilahan limbah berdasarkan jenisnya. Limbah CPU dan berapa limbah elektronik lainnya ditumpuk tanpa menggunakan rak seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5. Limbah CPU dalam jumlah besar ditumpuk tanpa memiliki sandaran/tumpuan sehingga rawan untuk jatuh.

Gambar 4. 5 Penumpukan Limbah Elektronik di Departemen Teknik Lingkungan

4.2.1.4 Kondisi Penerangan Ruang Penyimpanan

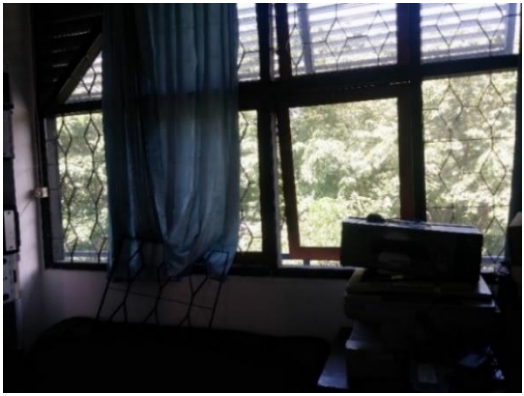
Ruang penyimpanan memiliki penerangan dengan memanfaatkan sinar matahari dan lampu. Sinar matahari dapat masuk melewati jendela kaca dan mampu menerangi ruangan dengan baik. Terdapat 2 unit lampu untuk sistem penerangan dan berfungsi dengan baik (dapat menyala dan sinarnya terang). Jarak antara lampu dengan tumpukan limbah tertinggi adalah sekitar 1,5 meter, sehingga sudah sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 30 Tahun 2009, yang mengatur jarak

minimal lampu penerangan adalah 1 meter dari limbah. Berikut kondisi penerangan ruang penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.6.

Gambar 4. 6 Penerangan Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Lingkungan

4.2.1.5 Kondisi Ventilasi Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan sudah memiliki ventilasi melalui seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Ventilasi Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Lingkungan

Syarat ventilasi alami menurut SNI 03-6572-2001 adalah 5% dari luas lantai, untuk ruang penyimpanan ini berarti luas minimal ventilasi adalah 5% dari 18 m2, yaitu sekitar 0,9 m^2. Ventilasi ini memiliki luas sekitar 3 m^2, sehingga sudah melebihi luas minimal ventilasi untuk ruangan ini. Ventilasi yang ada mampu memberikan sirkulasi udara yang baik sehingga kondisi ruangan tidak pengap. Ventilasi belum dilengkapi dengan kasa atau bahan lain yang dapat mencegah burung atau binatang lainnya masuk ke dalam ruangan.

4.2.1.6 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan menggunakan dinding beton dan triplek untuk plafon. Ketebalan dinding beton adalah sekitar 10-15 cm. Atap ruangan mampu melindungi ruangan dari sinar matahari dan air hujan, dan juga belum ditemukan adanya kebocoran. Lantai menggunakan bahan keramik dan tidak ditemukan adanya lantai keramik yang retak didalam ruangan, sesuai aturan dari Permen LH No. 30 tahun 2009 bahwa lantai harus kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak. Kondisi fisik ruang ditunjukkan pada Gambar 4.8.

Gambar 4. 8 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Lingkungan

4.2.1.7 Alat Penanggulangan Keadaan Darurat

Limbah elektronik sangat berbahaya apabila berada dalam keadaan darurat seperti kebakaran. Ruang penyimpanan berada dekat dengan alat pemadam api yang disimpan pada ruangan lain dengan jarak sekitar 10 meter. Alat pemadam api masih dapat digunakan, pengisian terakhir dilakukan pada 22 Nopember 2014 seperti ditunjukkan pada Gambar 4.9. Selain alat pemadam api juga terdapat *emergency bell* yang dapat dinyalakan dalam keadaan darurat. *Emergency bell* berada di dekat ruang penyimpanan, berjarak sekitar 20 meter.

Gambar 4. 9 Alat Penanggulangan Keadaan Darurat Departemen Teknik Lingkungan

4.2.1.8 Limbah Elektronik Habis Pakai

Pada masa penelitian, dilakukan penampungan limbah elektronik. Departemen Teknik Lingkungan hanya menghasilkan limbah lampu TL sejumlah 4 unit dan baterai sejumlah 2 unit. Limbah tersebut tidak disimpan namun langsung dibuang ke tempat sampah yang terdapat di belakang gedung Departemen Teknik Lingkungan, dan bercampur dengan limbah lainnya. Limbah tersebut nantinya akan diambil oleh ITS dan dibawa ke TPS milik ITS. TPS yang dimiliki oleh ITS bukan merupakan TPS B3, sehingga seharusnya limbah elektronik tidak boleh masuk pada TPS tersebut.

4.2.2 Departemen Arsitektur ITS

Departemen Arsitektur ITS menggunakan berbagai jenis barang elektronik dalam 50 tahun menjalani proses akademik. Limbah elektronik yang disimpan saat ini tidak banyak, karena telah dilakukan pemutihan limbah elektronik inventaris. Limbah elektronik disimpan pada ruang penyimpanan. Pengelolaan limbah elektronik Departemen Arsitektur ITS pada berbagai aspek ditunjukkan pada Tabel 4.9. Berikut akan dijelaskan secara rinci sistem pengelolaan limbah elektronik milik Departemen Arsitektur.

4.2.2.1 Lokasi Ruang Penyimpanan

Departemen Arsitektur memiliki 2 ruang penyimpanan limbah elektronik. Ruang penyimpanan pertama terletak pada lantai 1, berada di bawah tangga dan merupakan perbatasan dengan Departemen Teknik Sipil. Ruang penyimpanan kedua berada di lantai 3 gedung Arsitektur. Sesuai dengan Permen LH No. 30 Tahun 2009, lokasi penyimpanan ini merupakan daerah bebas banjir (urugan tanah tinggi; terletak di lantai 3) dan memiliki jarak yang aman dari bahan lain yang berbahaya. Belum terdapat keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3 di luar ruangan, sehingga tidak dapat diketahui bahwa ruang tersebut merupakan ruang untuk menyimpan limbah B3. Gambar lokasi penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.10.

Gambar 4. 10 Lokasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur

Tabel 4. 9 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur

Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
Lokasi penyimpanan limbah elektronik	Bebas banjir	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Jauh dari bahan berbahaya	Sudah sesuai	
	Keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3	Belum sesuai	
Kapasitas ruang penyimpanan	Mampu menampung sesuai laju timbulan limbah	Sudah sesuai	Permen LH No. 30 Tahun 2009
Peletakan limbah elektronik	Terdapat tata letak limbah B3	Belum sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Penumpukan dapat menggunakan rak	Sudah sesuai	
	Lebar jarak antar blok minimal minimal 60 cm	Belum sesuai	
Penerangan	Penerangan dengan lampu dan sinar matahari	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Jarak lampu dengan limbah paling dekat 1 meter	Belum sesuai	
Ventilasi	Ventilasi yang memadai	Belum sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995 • SNI 03-6572-2001
	Kasa penutup	Belum sesuai	
	Luas ventilasi minimal 5% dari luas lantai	Belum sesuai	
Kondisi fisik bangunan penyimpanan	Mampu melindungi dari sinar matahari	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Mampu melindungi dari air hujan/kebocoran	Sudah sesuai	

Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
	Lantai kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak	Sudah sesuai	
Pelabelan limbah elektronik	Label memuat keterangan: nama; penghasil; tanggal dihasilkan; dan tanggal pengemasan limbah B3	Belum sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Label dilekatkan pada kemasan limbah B3	Belum sesuai	
Alat penanggulangan keadaan darurat	Alat penanggulangan darurat minimal adalah alat pemadam api; dan alat lainnya sesuai kebutuhan yang dapat digunakan	Belum sesuai	PP RI No. 101 Tahun 2014

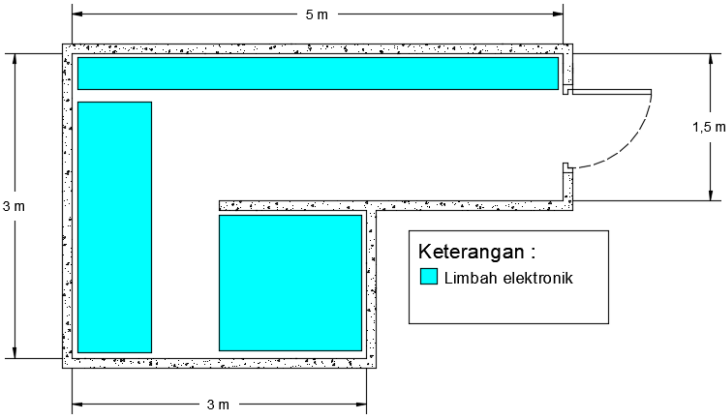
4.2.2.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Arsitektur memiliki kapasitas yang berbeda. Ruang penyimpanan pertama memiliki dimensi sekitar 5x3x2,5 meter, berbentuk seperti lorong dan terdapat sekat dinding (mengikuti pondasi tangga). Ruang penyimpanan kedua memiliki dimensi sekitar 2x2x3 meter. Kedua ruang penyimpanan mampu untuk menampung limbah elektronik dan memberi ruang untuk jalan. Ruang penyimpanan pertama berisikan limbah elektronik yang beragam, sedangkan ruang penyimpanan kedua mayoritas menyimpan limbah CPU. Kondisi penyimpanan limbah didalam ruang penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.11.

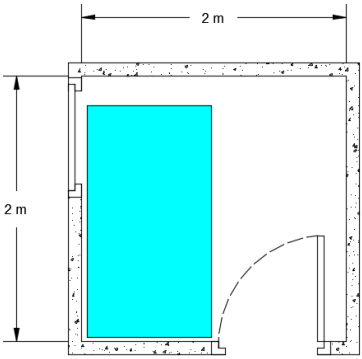
Gambar 4. 11 Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur

4.2.2.3 Peletakan Limbah Elektronik

Limbah yang disimpan pada ruang penyimpanan belum memiliki standar sistem peletakan/penataan. Tata letak limbah di ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Arsitektur ditunjukkan pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13. Pada ruang penyimpanan (a), terdapat 1 rak untuk penumpukan limbah elektronik, namun tidak cukup untuk menampung semua limbah elektronik sehingga sebagian limbah elektronik ditumpuk secara tidak teratur. Beberapa limbah tidak dapat dijangkau karena berada di dekat dinding dan tertutup oleh limbah elektronik lainnya, sehingga sulit untuk mengambil limbah tersebut kecuali dilakukan pembongkaran.



Gambar 4. 12 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik (a) Departemen Arsitektur



Gambar 4. 13 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik (b) Departemen Arsitektur

Pada ruang penyimpanan (b), hanya disimpan limbah CPU dan beberapa limbah keyboard. Ruang penyimpanan ini merupakan ruang antara yang menghubungkan dengan ruangan lainnya, namun difungsikan sebagai tempat menyimpan limbah elektronik. Limbah CPU dalam jumlah besar ditumpuk pada ruang ini tanpa menggunakan rak, namun bertumpu pada dinding. Penumpukan limbah CPU cukup tinggi hingga mencapai plafon ruangan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.14.

Gambar 4. 14 Penumpukan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur

4.2.2.4 Kondisi Penerangan Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan memiliki penerangan dengan memanfaatkan sinar matahari dan lampu. Pada ruang penyimpanan (a), penerangan hanya didapatkan dari lampu karena sinar matahari tidak dapat masuk. Sedangkan pada ruang penyimpanan (b) sinar matahari dapat masuk melalui ventilasi dan mampu menerangi ruangan dengan baik. Lampu yang digunakan pada kedua ruangan berjumlah 1 buah, dan dapat berfungsi dengan baik. Jarak antara lampu dengan dengan tumpukan limbah tertinggi cukup dekat sekitar 50-80 cm, sehingga tidak sesuai dengan jarak minimal yaitu 1 meter. Kondisi penerangan ruang penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.15.

Gambar 4. 15 Penerangan Ruang Penyimpanan Departemen Arsitektur

4.2.2.5 Kondisi Ventilasi Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan sudah memiliki ventilasi melalui seperti ditunjukkan pada Gambar 4.16. Syarat ventilasi alami menurut SNI 03-6572-2001 adalah 5% dari luas lantai, untuk ruang penyimpanan (a) berarti luas minimal ventilasi adalah 5% dari 15 m^2, yaitu sekitar 0,75 m^2. Ventilasi yang ada memiliki luas sekitar 0,4 m^2, sehingga belum memenuhi luas minimal ventilasi untuk ruangan ini. Hal ini menyebabkan ruang penyimpanan (a) tidak mendapat sirkulasi udara yang cukup dan ruangan menjadi pengap. Pada ruang penyimpanan (b), luas ruangan adalah sekitar 4 m^2, sehingga luas minimal ventilasi yang dibutuhkan adalah 0,2 m^2. Ventilasi yang ada memiliki luas sekitar 0,4 m^2 sehingga sudah memenuhi luas minimal, dan ruangan menjadi tidak pengap akibat sirkulasi udara yang baik. Ventilasi pada kedua ruangan belum dilengkapi dengan kasa atau bahan lain yang dapat mencegah burung atau binatang lainnya masuk ke dalam ruangan.

Gambar 4. 16 Ventilasi Ruang Penyimpanan Departemen Arsitektur

4.2.2.6 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan menggunakan dinding beton dan triplek untuk plafon. Ketebalan dinding beton adalah sekitar 10-15 cm. Atap ruangan mampu melindungi ruangan dari sinar matahari dan air hujan, dan juga belum ditemukan adanya kebocoran. Lantai pada ruang penyimpanan (a) menggunakan paving, sedangkan pada ruang penyimpanan (b) menggunakan tegel. Tidak ditemukan adanya lantai yang retak didalam ruangan, sesuai aturan dari Permen LH No. 30 tahun 2009 bahwa lantai harus kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak.

4.2.2.7 Alat Penanggulangan Keadaan Darurat

Terdapat alat penanggulangan keadaan darurat berupa alat pemadam api yang berada di lantai 2 gedung Arsitektur ITS, dengan jarak sekitar 20 meter dari kedua ruang penyimpanan. Kondisi alat tidak dapat digunakan karena pengisian terakhir adalah pada tanggal 29 September 2011 dan berlaku hingga tahun 2014. Gambar alat pemadam api ditunjukkan pada Gambar 4.17.

Gambar 4. 17 Alat pemadam api Departemen Arsitektur

4.2.2.8 Limbah Elektronik Habis Pakai

Selama penelitian dilakukan, Departemen Arsitektur menghasilkan limbah lampu TL sekitar 20 unit. Limbah lampu tersebut disimpan pada ruang penyimpanan limbah elektronik. Pihak Departemen Arsitektur menyatakan bahwa limbah elektronik habis pakai yang dihasilkan selalu disimpan dan dikumpulkan terlebih dahulu dalam jangka waktu tertentu pada ruang penyimpanan limbah elektronik. Namun pada akhirnya limbah tersebut akan tetap dibuang pada tempat sampah di belakang Gedung Arsitektur, bercampur dengan limbah lainnya dan berakhir pada TPS milik ITS.

4.2.3 Departemen Teknik Geofisika ITS

Departemen Teknik Geofisika ITS baru menjalani proses akademik selama 5 tahun. Sebagian besar barang elektronik khususnya barang inventaris yang digunakan belum menjadi limbah. Namun terdapat beberapa barang elektronik yang telah menjadi limbah dan disimpan pada ruang penyimpanan limbah elektronik. Departemen Teknik Geofisika juga belum memiliki gedung sendiri untuk melaksanakan proses akademik karena selama ini masih bergabung dengan gedung milik Departemen Teknik Geomatika. Untuk sementara kegiatan akademik dilaksanakan di gedung forensik ITS, dan beberapa kegiatan administrasi di gedung Departemen Teknik Geomatika. Kondisi pengelolaan limbah elektronik Departemen Teknik Geofisika pada berbagai aspek ditunjukkan pada Tabel 4.10.

4.2.3.1 Lokasi Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Teknik Geofisika berada di area gedung forensik ITS. Ruang penyimpanan ini terletak di sebelah gedung forensik yang menjadi tempat belajar mengajar Departemen Teknik Geofisika. Sesuai dengan Permen LH No. 30 Tahun 2009, lokasi penyimpanan ini merupakan daerah bebas banjir (urugan tinggi) dan memiliki jarak yang aman dari bahan lain yang berbahaya. Belum terdapat keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3 di luar ruangan, sehingga tidak dapat diketahui bahwa ruang tersebut merupakan ruang untuk menyimpan limbah B3. Gambar lokasi penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.18.

Gambar 4. 18 Lokasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Geofisika

Tabel 4. 10 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Teknik Geofisika

Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
Lokasi penyimpanan limbah elektronik	Bebas banjir	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Jauh dari bahan berbahaya	Sudah sesuai	
	Keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3	Belum sesuai	
Kapasitas ruang penyimpanan	Mampu menampung sesuai laju timbulan limbah	Sudah sesuai	Permen LH No. 30 Tahun 2009
Peletakan limbah elektronik	Terdapat tata letak limbah B3	Sudah sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Penumpukan dapat menggunakan rak	Sudah sesuai	
	Lebar jarak antar blok minimal minimal 60 cm	Sudah sesuai	
Penerangan	Penerangan dengan lampu dan sinar matahari	Belum sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Jarak lampu dengan limbah paling dekat 1 meter	Belum sesuai	
Ventilasi	Ventilasi yang memadai	Sudah sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995 • SNI 03-6572-2001
	Kasa penutup	Belum sesuai	
	Luas ventilasi minimal 5% dari luas lantai	Sudah sesuai	
Kondisi fisik bangunan penyimpanan	Mampu melindungi dari sinar matahari	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Mampu melindungi dari air hujan/kebocoran	Sudah sesuai	

Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
	Lantai kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak	Sudah sesuai	
Pelabelan limbah elektronik	Label memuat keterangan: nama; penghasil; tanggal dihasilkan; dan tanggal pengemasan limbah B3	Belum sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Label dilekatkan pada kemasan limbah B3	Belum sesuai	
Alat penanggulangan keadaan darurat	Alat penanggulangan darurat minimal adalah alat pemadam api; dan alat lainnya sesuai kebutuhan yang dapat digunakan	Belum sesuai	PP RI No. 101 Tahun 2014

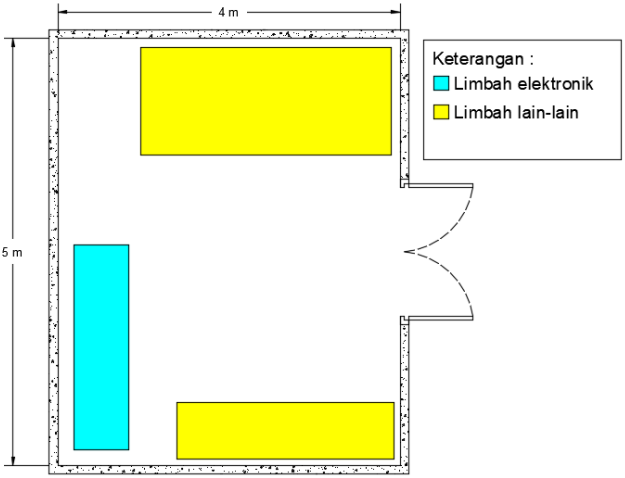
4.2.3.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Teknik Geofisika memiliki kapasitas yang besar dengan dimensi sekitar 4x5x3 meter. Ruangan seluas 20 m^2 ini mampu menampung limbah elektronik dengan limbah lainnya dan masih menyisakan banyak ruang kosong. Kondisi penyimpanan limbah didalam ruang penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.19. Limbah yang disimpan antara lain limbah elektronik serta campuran limbah lainnya seperti: kardus, botol plastik, besi bekas dan lain-lain.

Gambar 4. 19 Penyimpanan Limbah di Departemen Teknik Geofisika

4.2.3.3 Peletakan Limbah Elektronik

Tata letak limbah di ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Teknik Geofisika ditunjukkan pada Gambar 4.20. Limbah elektronik yang dimiliki oleh Departemen Teknik Geofisika hanyalah limbah AC dan kipas angin, dengan jumlah yang sedikit, sehingga hanya menempati sekitar 1/10 luas ruangan. Sudah dilakukan upaya pemilahan dengan memisahkan limbah AC dan kipas angin. Limbah AC diletakkan di sisi belakang ruang penyimpanan dan ditumpuk. Penumpukan tidak menggunakan rak, dan jumlah tumpukkan hanya 2 tingkat seperti ditunjukkan pada Gambar 4.21.



Gambar 4. 20 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Geofisika

Gambar 4. 21 Penumpukan Limbah Elektronik di Departemen Teknik Geofisika

4.2.3.4 Kondisi Ventilasi Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan sudah memiliki ventilasi melalui lubang ventilasi seperti ditunjukkan pada Gambar 4.22. Syarat ventilasi alami menurut SNI 03-6572-2001 adalah 5% dari luas lantai, untuk ruang penyimpanan ini berarti luas minimal ventilasi adalah 5% dari 20 m^2, yaitu sekitar 1 m^2. Ventilasi yang ada

memiliki total luas sekitar 1 m^2, sehingga sudah sesuai luas minimal ventilasi untuk ruangan ini. Ventilasi yang ada mampu memberikan sirkulasi udara yang baik sehingga kondisi ruangan tidak pengap. Ventilasi belum dilengkapi dengan kasa atau bahan lain yang dapat mencegah burung atau binatang lainnya masuk ke dalam ruangan.

Gambar 4. 22 Ventilasi Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Geofisika

4.2.3.5 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan menggunakan dinding beton dan triplek untuk plafon. Ketebalan dinding beton adalah sekitar 10-15 cm. Atap ruangan mampu melindungi ruangan dari sinar matahari dan air hujan, dan juga belum ditemukan adanya kebocoran. Lantai menggunakan bahan beton, dan tidak ditemukan adanya keretakan ataupun gelombang. Lantai sudah sesuai dengan aturan dari Permen LH No. 30 tahun 2009 bahwa lantai harus kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak.

4.2.3.6 Limbah Elektronik Habis Pakai

Departemen Teknik Geofisika tidak menghasilkan limbah elektronik selama peneletian dilakukan. Namun pihak Departemen menyatakan bahwa kegiatan praktikum juga menghasilkan limbah elektronik seperti kabel listrik, solder dan lain-lain. Limbah elektronik tersebut tidak pernah disimpan dan langsung dibuang pada tempat sampah, bercampur dengan limbah lainnya. Kemudian limbah nantinya akan dibawa ke TPS milik ITS.

4.2.4 Departemen Biologi ITS

Departemen Biologi ITS menghasilkan berbagai jenis limbah elektronik dalam 20 tahun menjalani proses akademik. Pengelolaan limbah elektronik yang dilakukan oleh Departemen Biologi masih banyak yang belum sesuai dengan ketentuan dari peraturan pengelolaan limbah B3. Pada Tabel 4.11 ditunjukkan aspek pengelolaan yang belum dipenuhi oleh Departemen Biologi. Berikut akan dijelaskan secara rinci sistem pengelolaan limbah elektronik milik Departemen Biologi.

4.2.4.1 Lokasi Ruang Penyimpanan

Departemen Biologi memiliki 2 ruang penyimpanan limbah elektronik. Ruang penyimpanan pertama (a) terletak pada lantai 1. Ruang penyimpanan kedua (b) berada di lantai 3 gedung Biologi. Ruang penyimpanan (b) merupakan kamar mandi yang sudah tidak berfungsi, dan dialihkan menjadi ruang penyimpanan. Sesuai dengan Permen LH No. 30 Tahun 2009, lokasi penyimpanan ini merupakan daerah bebas banjir dan memiliki jarak yang aman dari bahan lain yang berbahaya. Belum terdapat keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3 di luar ruangan, sehingga tidak dapat diketahui bahwa ruang tersebut merupakan ruang untuk menyimpan limbah B3. Gambar lokasi penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.23.

Gambar 4. 23 Lokasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Biologi

Tabel 4. 11 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Biologi

Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
Lokasi penyimpanan limbah elektronik	Bebas banjir	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Jauh dari bahan berbahaya	Sudah sesuai	
	Keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3	Belum sesuai	
Kapasitas ruang penyimpanan	Mampu menampung sesuai laju timbulan limbah	Belum sesuai	Permen LH No. 30 Tahun 2009
Peletakan limbah elektronik	Terdapat tata letak limbah B3	Belum sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Penumpukan dapat menggunakan rak	Belum sesuai	
	Lebar jarak antar blok minimal minimal 60 cm	Belum sesuai	
Penerangan	Penerangan dengan lampu dan sinar matahari	Belum sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Jarak lampu dengan limbah paling dekat 1 meter	Sudah sesuai	
Ventilasi	Ventilasi yang memadai	Belum sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995 • SNI 03-6572-2001
	Kasa penutup	Belum sesuai	
	Luas ventilasi minimal 5% dari luas lantai	Belum sesuai	
Kondisi fisik bangunan penyimpanan	Mampu melindungi dari sinar matahari	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Mampu melindungi dari air hujan/kebocoran	Sudah sesuai	

Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
	Lantai kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak	Sudah sesuai	
Pelabelan limbah elektronik	Label memuat keterangan: nama; penghasil; tanggal dihasilkan; dan tanggal pengemasan limbah B3	Belum sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Label dilekatkan pada kemasan limbah B3	Belum sesuai	
Alat penanggulangan keadaan darurat	Alat penanggulangan darurat minimal adalah alat pemadam api; dan alat lainnya sesuai kebutuhan yang dapat digunakan	Belum sesuai	PP RI No. 101 Tahun 2014

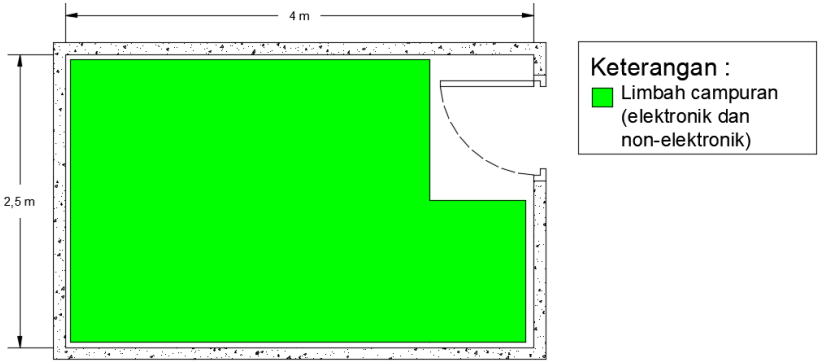
4.2.4.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Biologi memiliki kapasitas yang sama dengan dimensi sekitar 2,5x4x3 meter. Kedua ruang penyimpanan tidak mampu untuk menampung limbah dengan baik. Isi ruangan sangat padat sehingga tidak memberikan ruang untuk jalan. Limbah yang disimpan sangat beragam, dengan jumlah yang besar. Berikut kondisi ruang penyimpanan yang penuh ditunjukkan pada Gambar 4.24.

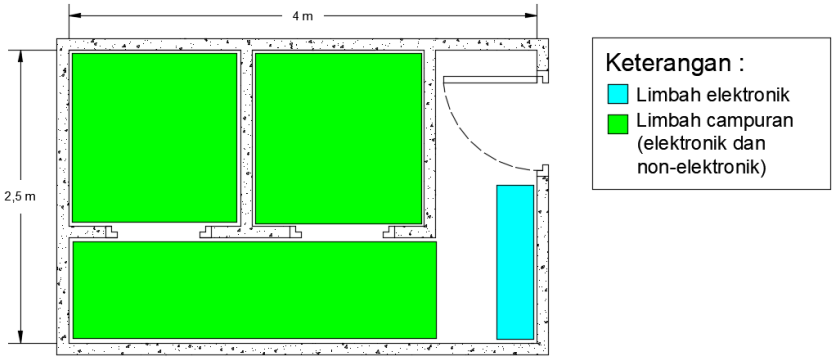
Gambar 4. 24 Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Biologi

4.2.4.3 Peletakan Limbah Elektronik

Tata letak limbah di ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Biologi ditunjukkan pada Gambar 4.25 dan Gambar 4.26. Pada gambar terlihat bahwa tidak terdapat ruas jalan bagi inspektor limbah untuk bisa masuk ke area limbah dan menjangkau limbah elektronik yang berada pada sudut ruangan. Tidak terdapat penataan secara khusus sehingga limbah ditaruh secara sembarangan. Limbah yang disimpan terlalu banyak sehingga cukup sulit untuk dilakukan penataan limbah. Ruang penyimpanan menjadi sangat penuh karena limbah mengisi 2/3 luas ruangan dengan tumpukan mencapai 1,5 meter.



Gambar 4. 25 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik (a) Departemen Biologi



Gambar 4. 26 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik (b) Departemen Biologi

4.2.4.4 Kondisi Penerangan Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan memiliki penerangan dengan memanfaatkan sinar matahari dan lampu. Pada ruang penyimpanan (a), penerangan hanya didapatkan dari lampu karena sinar dari matahari tidak dapat masuk dengan baik. Sedangkan pada ruang penyimpanan (b) sinar matahari dapat masuk melalui ventilasi dan mampu menerangi ruangan dengan baik. Lampu yang digunakan pada kedua ruangan berjumlah 1 buah, namun lampu yang digunakan tidak ada yang berfungsi. Jarak antara lampu dengan dengan tumpukan limbah tertinggi

sekitar 1,5 m, sehingga sudah sesuai dengan jarak minimal menurut Permen LH no.30 Tahun 2009 yaitu 1 meter.

4.2.4.5 Kondisi Ventilasi Ruang Penyimpanan

Kondisi ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Biologi ditunjukkan pada Gambar 4.27.

Gambar 4. 27 Kondisi Ruang Penyimpanan Departemen Biologi

Dari gambar tersebut, terlihat ventilasi yang berada di sudut ruangan. Syarat ventilasi alami menurut SNI 03-6572-2001 adalah 5% dari luas lantai, berarti luas minimal ventilasi pada ruang penyimpanan adalah 5% dari 10 m^2, yaitu sekitar 0,5 m^2. Ventilasi yang ada memiliki luas sekitar 0,36 m^2, sehingga belum memenuhi luas minimal ventilasi untuk ruangan ini. Hal ini menyebabkan ruang penyimpanan tidak mendapat sirkulasi udara yang cukup dan ruangan menjadi pengap. Ventilasi pada kedua ruangan juga belum dilengkapi dengan kasa atau bahan lain yang dapat mencegah burung atau binatang lainnya masuk ke dalam ruangan.

4.2.4.6 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan menggunakan dinding beton dan triplek untuk plafon. Ketebalan dinding beton adalah sekitar 10-15 cm. Atap ruangan mampu melindungi ruangan dari sinar matahari dan air hujan, dan juga belum ditemukan adanya kebocoran. Lantai pada ruang penyimpanan (a) menggunakan bahan beton, sedangkan pada ruang penyimpanan (b) menggunakan keramik. Tidak ditemukan adanya lantai yang retak didalam ruangan, sesuai aturan dari Permen LH No. 30 tahun 2009 bahwa lantai harus kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak.

4.2.4.7 Limbah Elektronik Habis Pakai

Pada masa penelitian, Departemen Biologi menghasilkan beberapa limbah elektronik, yaitu : mouse sejumlah 4 unit, kabel listrik, dan baterai sejumlah 3 buah. Pihak departemen menyatakan bahwa selama ini limbah elektronik habis pakai akan langsung dibuang pada tempat sampah tanpa dilakukan penyimpanan terlebih dahulu. Limbah tersebut nantinya akan dibawa ke TPS milik ITS. Seharusnya dilakukan penyimpanan limbah elektronik terlebih dahulu dan tidak boleh langsung dibuang karena limbah elektronik tidak boleh sampai masuk ke TPS umum milik ITS.

4.2.5 Departemen Sistem Informasi ITS

Departemen Sistem Informasi banyak menggunakan barang elektronik, terutama barang elektronik IT. Dari semua aspek pengelolaan limbah elektronik yang telah diatur pada peraturan, Departemen Sistem Informasi belum memenuhi sebagian besar aspek pengelolaan. Pada Tabel 4.12 ditunjukkan kondisi pengelolaan limbah elektronik Departemen Sistem Informasi pada berbagai aspek. Berikut akan dijelaskan secara rinci sistem penyimpanan limbah elektronik Departemen Sistem Informasi.

Tabel 4. 12 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Sistem Informasi

Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
Lokasi penyimpanan limbah elektronik	Bebas banjir	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Jauh dari bahan berbahaya	Sudah sesuai	
	Keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3	Belum sesuai	
Kapasitas ruang penyimpanan	Mampu menampung sesuai laju timbulan limbah	Belum sesuai	Permen LH No. 30 Tahun 2009
Peletakan limbah elektronik	Terdapat tata letak limbah B3	Belum sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Penumpukan dapat menggunakan rak	Belum sesuai	
	Lebar jarak antar blok minimal minimal 60 cm	Belum sesuai	
Penerangan	Penerangan dengan lampu dan sinar matahari	Belum sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Jarak lampu dengan limbah paling dekat 1 meter	Sudah sesuai	
Ventilasi	Ventilasi yang memadai	Belum sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995 • SNI 03-6572-2001
	Kasa penutup	Belum sesuai	
	Luas ventilasi minimal 5% dari luas lantai	Belum sesuai	
Kondisi fisik bangunan penyimpanan	Mampu melindungi dari sinar matahari	Belum sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Mampu melindungi dari air hujan/kebocoran	Belum sesuai	

Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
	Lantai kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak	Sudah sesuai	
Pelabelan limbah elektronik	Label memuat keterangan: nama; penghasil; tanggal dihasilkan; dan tanggal pengemasan limbah B3	Belum sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Label dilekatkan pada kemasan limbah B3	Belum sesuai	
Alat penanggulangan keadaan darurat	Alat penanggulangan darurat minimal adalah alat pemadam api; dan alat lainnya sesuai kebutuhan yang dapat digunakan	Belum sesuai	PP RI No. 101 Tahun 2014

4.2.5.1 Lokasi Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Sistem Informasi berada di area gedung pada lantai 4. Ruang penyimpanan ini terletak di loteng gedung. Sesuai dengan Permen LH No. 30 Tahun 2009, lokasi penyimpanan ini merupakan daerah bebas banjir (terletak di lantai 4) dan memiliki jarak yang aman dari bahan lain yang berbahaya. Belum terdapat keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3 di luar ruangan, sehingga tidak dapat diketahui bahwa ruang tersebut merupakan ruang untuk menyimpan limbah B3. Gambar lokasi penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.28.

Gambar 4. 28 Lokasi Ruang Penyimpanan Departemen Sistem Informasi

Penyimpanan juga dilakukan di beberapa lokasi lain. Penyimpanan bukan pada ruangan khusus, melainkan pada sudut ruangan dan pada tangga menuju lantai 4, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.29.

4.2.5.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Sistem Informasi memiliki kapasitas yang besar dengan dimensi sekitar 5x4x4 meter. Ruangan seluas 20 m^2 ini menampung limbah elektronik dan limbah lainnya, hingga isi ruangan sangat padat dan tidak menyisakan ruang untuk jalan. Kondisi penyimpanan limbah didalam ruang penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.30.

Sebagian besar limbah yang disimpan adalah limbah lain-lain, seperti: dokumen-dokumen akademik, kertas bekas, kotak kardus, kursi, meja dan lain-lain.

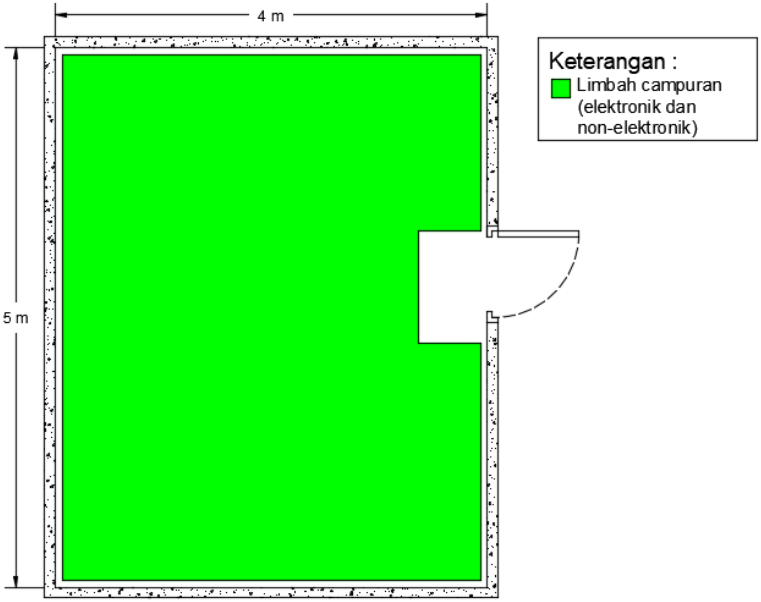
Gambar 4. 29 Lokasi Lain Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Sistem Informasi

Gambar 4. 30 Penyimpanan Limbah Elektronik di Departemen Sistem Informasi

4.2.5.3 Peletakan Limbah Elektronik

Tata letak limbah di ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Sistem Informasi ditunjukkan pada Gambar 4.31. Limbah yang disimpan memenuhi hampir seluruh ruangan, dengan tumpukan mencapai 1 meter tanpa menggunakan rak.

Beberapa limbah telah dipilah sesuai jenisnya dan dimasukkan pada kotak kardus, dan telah diberi keterangan isi limbah diluar kotak kardus tersebut. Namun sebagian besar limbah tidak dipilah karena jumlahnya yang banyak dan tidak cukupnya ruang penyimpanan.



Gambar 4. 31 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Sistem Informasi

4.2.5.4 Kondisi Penerangan Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan memiliki penerangan dengan memanfaatkan sinar matahari dan lampu. Sinar matahari dapat masuk melewati saluran ventilasi namun tidak mampu menerangi ruangan dengan baik. Terdapat 1 unit lampu untuk sistem penerangan namun tidak berfungsi. Jarak antara lampu dengan tumpukan limbah tertinggi adalah sekitar 3 meter, sehingga sudah sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 30 Tahun 2009, yang mengatur jarak minimal lampu penerangan adalah 1 meter dari limbah.

4.2.5.5 Kondisi Ventilasi Ruang Penyimpanan

Syarat ventilasi alami menurut SNI 03-6572-2001 adalah 5% dari luas lantai, untuk ruang penyimpanan ini berarti luas minimal ventilasi adalah 5% dari 20 m^2, yaitu sekitar 1 m^2. Ventilasi yang ada memiliki total luas sekitar 1,5 m^2, sehingga sudah melebihi luas minimal ventilasi untuk ruangan ini. Ventilasi yang ada mampu memberikan sirkulasi udara yang baik sehingga kondisi ruangan tidak pengap. Ventilasi belum dilengkapi dengan kasa atau bahan lain yang dapat mencegah burung atau binatang lainnya masuk ke dalam ruangan.

4.2.5.6 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan menggunakan dinding beton dan triplek untuk plafon. Ketebalan dinding beton adalah sekitar 10-15 cm. Terdapat lubang pada atap dan plafon ruangan sehingga ruangan tidak terlindung dari sinar matahari secara langsung dan air hujan. Lubang pada atap dapat dilihat pada Gambar 4.32. Lantai menggunakan bahan tegel dan tidak ditemukan adanya lantai keramik yang retak didalam ruangan, sesuai aturan dari Permen LH No. 30 tahun 2009 bahwa lantai harus kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak.

Gambar 4. 32 Lubang Atap Ruang Penyimpanan Departemen Sistem Informasi

4.2.5.7 Limbah Elektronik Habis Pakai

Selama masa penelitian, Departemen Sistem Informasi menghasilkan limbah elektronik: mouse 3 unit, kabel listrik, keyboard 1 unit, lampu TL 1 buah, dan baterai 6 buah. Limbah mouse, keyboard serta perangkat IT lainnya akan disimpan

terlebih dahulu oleh pihak departemen, dan tidak ditentukan sampai kapan akan disimpan. Sedangkan limbah lampu dan baterai langsung dibuang ke tempat sampah, dan akan dibawa ke TPS milik ITS. Seharusnya limbah lampu dan baterai dikumpulkan dan disimpan terlebih dahulu pada ruang penyimpanan, karena limbah tersebut merupakan limbah B3 dan tidak boleh sampai masuk ke TPS ITS.

4.2.6 Departemen Teknik Kelautan ITS

Departemen Teknik Kelautan ITS menghasilkan banyak limbah elektronik, dalam 35 tahun menjalani proses akademik. Pengelolaan limbah elektronik yang dilakukan masih belum sesuai dengan peraturan yang berlaku. Pada Tabel 4.13 ditunjukkan kondisi pengelolaan limbah elektronik di Departemen Teknik Kelautan. Berikut akan dijelaskan secara rinci sistem pengelolaan limbah elektronik Departemen Teknik Kelautan.

4.2.6.1 Lokasi Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Teknik Kelautan berada di area gedung pada lantai 1, berdekatan dengan ruang kelas. Lokasi penyimpanan ini merupakan daerah bebas banjir (urugan tanah tinggi) dan memiliki jarak yang aman dari bahan lain yang berbahaya. Belum terdapat keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3 di luar ruangan, sehingga tidak dapat diketahui bahwa ruang tersebut merupakan ruang untuk menyimpan limbah B3. Gambar lokasi penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.33.

Gambar 4. 33 Lokasi Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Kelautan

Tabel 4. 13 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Teknik Kelautan

Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
Lokasi penyimpanan limbah elektronik	Bebas banjir	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Jauh dari bahan berbahaya	Sudah sesuai	
	Keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3	Belum sesuai	
Kapasitas ruang penyimpanan	Mampu menampung sesuai laju timbulan limbah	Belum sesuai	Permen LH No. 30 Tahun 2009
Peletakan limbah elektronik	Terdapat tata letak limbah B3	Belum sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Penumpukan dapat menggunakan rak	Belum sesuai	
	Lebar jarak antar blok minimal minimal 60 cm	Belum sesuai	
Penerangan	Penerangan dengan lampu dan sinar matahari	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Jarak lampu dengan limbah paling dekat 1 meter	Sudah sesuai	
Ventilasi	Ventilasi yang memadai	Belum sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995 • SNI 03-6572-2001
	Kasa penutup	Belum sesuai	
	Luas ventilasi minimal 5% dari luas lantai	Belum sesuai	
Kondisi fisik bangunan penyimpanan	Mampu melindungi dari sinar matahari	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Mampu melindungi dari air hujan/kebocoran	Sudah sesuai	

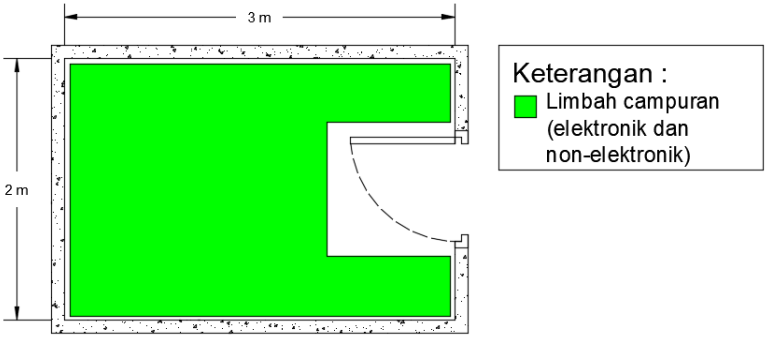
Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
	Lantai kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak	Sudah sesuai	
Pelabelan limbah elektronik	Label memuat keterangan: nama; penghasil; tanggal dihasilkan; dan tanggal pengemasan limbah B3	Belum sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Label dilekatkan pada kemasan limbah B3	Belum sesuai	
Alat penanggulangan keadaan darurat	Alat penanggulangan darurat minimal adalah alat pemadam api; dan alat lainnya sesuai kebutuhan yang dapat digunakan	Belum sesuai	PP RI No. 101 Tahun 2014

4.2.6.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Teknik Kelautan memiliki dimensi sekitar 3x2x3 meter. Ruangan seluas 6 m^2 ini menampung limbah elektronik dan limbah lainnya, hingga isi ruangan sangat padat dan tidak menyisakan ruang untuk jalan. Limbah yang disimpan merupakan campuran dari limbah elektronik dan limbah lain-lain seperti kursi, meja, galon, dan lain-lain. Ruang penyimpanan yang sudah penuh menyebabkan sebagian besar limbah elektronik disimpan di lokasi lain.

4.2.6.3 Peletakan Limbah Elektronik

Tata letak limbah di ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Teknik Kelautan ditunjukkan pada Gambar 4.34.



Gambar 4. 34 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Kelautan

Limbah yang disimpan sangat banyak dan memenuhi seluruh ruangan. Terdapat penumpukan limbah elektronik dengna menggunakan rak, namun sebagian tidak menggunakan rak. Penumpukan limbah elektronik tanpa rak mencapai ketinggian 2,5 meter. Kondisi peletakan limbah sangat padat sehingga sulit untuk diambil ataupun dipindahkan.

4.2.6.4 Kondisi Penerangan Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan memiliki penerangan dengan memanfaatkan lampu. Sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan. Terdapat 2 unit lampu untuk sistem penerangan namun hanya 1 yang berfungsi. Jarak antara lampu dengan tumpukan

limbah tertinggi adalah sekitar 1 meter, sehingga sudah sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 30 Tahun 2009.

4.2.6.5 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan menggunakan dinding beton dan triplek untuk plafon. Ketebalan dinding beton adalah sekitar 10-15 cm. Atap dan dinding ruangan mampu melindungi limbah elektronik dari sinar matahari dan air hujan secara langsung. Limbah elektronik yang berada di ruas jalan terlindung dari sinar matahari, namun tidak terlindung dari air hujan. Lantai ruang penyimpanan menggunakan bahan tegel dan tidak ditemukan adanya lantai yang retak didalam ruangan, sesuai aturan dari Permen LH No. 30 tahun 2009. Ruang penyimpanan sangat kotor dan berdebu karena kurangnya perawatan dari pihak departemen.

4.2.6.6 Limbah Elektronik Habis Pakai

Selama penelitian dilakukan penampungan limbah elektronik habis pakai, namun tidak terdapat limbah yang dihasilkan. Departemen Teknik Kelautan banyak menghasilkan limbah elektronik habis pakai seperti lampu TL, baterai, kabel listrik dan sebagainya. Limbah elektronik habis pakai langsung dibuang ke tempat sampah tanpa dilakukan penyimpanan terlebih dahulu.

4.2.7 Departemen Teknik Elektro ITS

Departemen Teknik Elektro ITS telah melaksanakan proses akademik selama 50 tahun. Berdasarkan data, limbah elektronik yang dimiliki DTE sangat besar. Pihak departemen menyatakan bahwa mereka belum pernah mengikuti proses pemutihan barang milik negara, sehingga limbah elektronik yang merupakan aset negara masih disimpan hingga saat ini. Pengelolaan limbah elektronik yang dilakukan oleh Departemen Teknik Elektro masih belum sesuai dengan peraturan yang berlaku. Pada Tabel 4.14 ditunjukkan kondisi pengelolaan limbah elektronik di Departemen Teknik Elektro. Berikut akan dijelaskan secara rinci sistem pengelolaan limbah elektronik Departemen Teknik Elektro.

4.2.7.1 Lokasi Ruang Penyimpanan

Departemen Teknik Elektro memiliki 2 ruang penyimpanan untuk limbah elektronik. Kedua ruangan berada pada area gedung lantai 1. Gedung Departemen Teknik Elektro memiliki tinggi urugan tanah sekitar 1 meter dari permukaan tanah, sehingga ruang penyimpanan bebas dari bahaya banjir. Ruang penyimpanan tidak berdekatan dengan bahan berbahaya lainnya. Belum terdapat keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3 pada ruang ruang penyimpanan. Lokasi ruang penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 4.35.

Gambar 4. 35 Lokasi Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Elektro

4.2.7.2 Kapasitas Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Teknik Elektro memiliki dimensi sekitar 3,5x3x3,5 meter. Kapasitas yang dimiliki kedua ruang penyimpanan tidak dapat menampung seluruh limbah yang disimpan didalamnya dengan baik. Limbah yang disimpan terdiri dari berbagai jenis limbah, seperti kursi, meja, rak besi serta perangkat non-elektronik lainnya. Jumlah limbah yang disimpan terlalu banyak sehingga sebagian besar limbah elektronik diletakkan dan disimpan di lokasi lain di dalam ruangan ataupun di luar ruangan seperti ditunjukkan pada Gambar 4.36.

Tabel 4. 14 Pengelolaan Limbah Elektronik Departemen Teknik Elektro

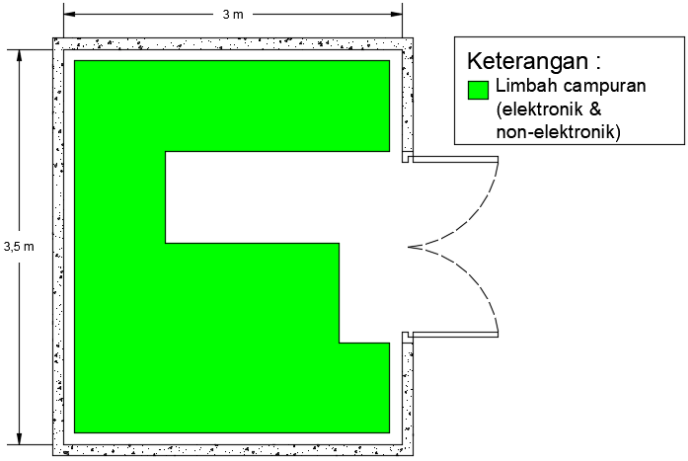
Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
Lokasi penyimpanan limbah elektronik	Bebas banjir	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Jauh dari bahan berbahaya	Sudah sesuai	
	Keterangan nama ruangan dan simbol limbah B3	Belum sesuai	
Kapasitas ruang penyimpanan	Mampu menampung sesuai laju timbulan limbah	Belum sesuai	Permen LH No. 30 Tahun 2009
Peletakan limbah elektronik	Terdapat tata letak limbah B3	Belum sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Penumpukan dapat menggunakan rak	Belum sesuai	
	Lebar jarak antar blok minimal minimal 60 cm	Belum sesuai	
Penerangan	Penerangan dengan lampu dan sinar matahari	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Jarak lampu dengan limbah paling dekat 1 meter	Sudah sesuai	
Ventilasi	Ventilasi yang memadai	Sudah sesuai	• Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995 • SNI 03-6572-2001
	Kasa penutup	Sudah sesuai	
	Luas ventilasi minimal 5% dari luas lantai	Sudah sesuai	
Kondisi fisik bangunan penyimpanan	Mampu melindungi dari sinar matahari	Sudah sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009
	Mampu melindungi dari air hujan/kebocoran	Sudah sesuai	

Aspek Pengelolaan	Kondisi Ideal	Kondisi Eksisting	Peraturan
	Lantai kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak	Sudah sesuai	
Pelabelan limbah elektronik	Label memuat keterangan: nama; penghasil; tanggal dihasilkan; dan tanggal pengemasan limbah B3	Belum sesuai	• PP RI No. 101 Tahun 2014 • Permen LH No. 30 Tahun 2009 • KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995
	Label dilekatkan pada kemasan limbah B3	Belum sesuai	
Alat penanggulangan keadaan darurat	Alat penanggulangan darurat minimal adalah alat pemadam api; dan alat lainnya sesuai kebutuhan yang dapat digunakan	Belum sesuai	PP RI No. 101 Tahun 2014

Gambar 4. 36 Lokasi Lain Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Elektro

4.2.7.3 Peletakan Limbah Elektronik

Ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Teknik Elektro belum memiliki tata letak. Limbah diletakkan secara sembarangan tanpa dilakukan pemilahan berdasarkan jenisnya. Layout ruang penyimpanan limbah elektronik Departemen Teknik Elektro ditunjukkan pada Gambar 4.37. Limbah mengisi 2/3 dari luas ruangan, dan memiliki tinggi tumpukan hingga setengah tinggi ruangan. Penumpukan limbah tidak menggunakan rak.



Gambar 4. 37 Layout Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Elektro

4.2.7.4 Penerangan & Ventilasi Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan sudah memiliki penerangan dan ventilasi yang baik untuk kebutuhan operasional gudang, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.38. Penerangan berasal dari lampu dan sinar matahari. Terdapat 1 buah lampu pada atap ruangan yang dapat menyala dengan terang dan mampu menerangi seluruh ruangan dengan baik. Sinar matahari dapat masuk dengan baik karena dinding ruang penyimpanan tidak sepenuhnya menggunakan dinding beton, namun juga menggunakan jaring besi. Penggunaan jaring besi sebagai dinding sekaligus memberikan sirkulasi udara yang baik ke dalam ruang penyimpanan limbah elektronik.

Gambar 4. 38 Kondisi Penerangan dan Ventilasi Ruang Penyimpanan Departemen Teknik Elektro

4.2.7.5 Kondisi Fisik Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan menggunakan dinding beton dengan tebal 10-15 cm untuk sekitar 1 meter tinggi ruangan, dan kemudian menggunakan jaring besi hingga atap ruangan. Terdapat atap berbahan spandek yang dapat melindungi ruang penyimpanan dari sinar matahari dan air hujan secara langsung. Karena jenis dinding yang tidak tertutup, terdapat potensi air hujan masuk kedalam ruangan, terutama bila hujan deras dan berangin sehingga ruang penyimpanan masih tidak aman dari air hujan meskipun terdapat atap. Lantai menggunakan bahan beton dan tidak terdapat lantai yang retak. Kondisi ruangan sangat kotor karena debu dapat masuk melalui sela jaring dan kurangnya perawatan dari pihak departemen.

4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengelolaan Limbah Elektronik

Dari hasil observasi kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik, ditemukan beberapa kekurangan pihak departemen dalam mengelola limbah elektronik. Kekurangan disebabkan karena beberapa faktor yang mendasarinya. Berikut rincian penjelasan faktor-faktor yang mempengaruhi pengelolaan limbah elektronik di unit pendidikan ITS.

4.3.1 Faktor Ruang

Kapasitas ruang harus mencukupi kebutuhan penyimpanan limbah dan mampu menghindari terjadinya *over capacity*. Namun kondisi eksisting ruang penyimpanan yang dimiliki sebagian departemen masih belum mencukupi kebutuhan penyimpanan limbah elektronik. Beberapa ruang penyimpanan seperti yang dimiliki oleh Departemen Biologi dan Departemen Teknik Kelautan tidak mampu menampung limbah elektronik. Kapasitas ruang penyimpanan tidak dapat bertambah, namun limbah elektronik terus bertambah sehingga terjadi akumulasi limbah hingga ruang penyimpanan menjadi sangat penuh.

Analisis dilanjutkan pada perhitungan rasio limbah elektronik terhadap luas bangunan dan jumlah mahasiswa S1 pada masing-masing departemen. Perhitungan dilakukan untuk mengetahui pengaruh luas bangunan dan jumlah mahasiswa terhadap timbulan limbah elektronik, serta mengetahui perbandingan angka limbah elektronik pada unit pendidikan yang diteliti. Rasio limbah elektronik di masing-masing unit pendidikan ditunjukkan pada Tabel 4.15. Timbulan limbah didapatkan dari pembagian berat total limbah elektronik dengan luas area departemen.

Tabel 4. 15 Rasio Limbah Elektronik Per Luas Gedung dan Jumlah Mahasiswa di Unit Pendidikan ITS

No.	Departemen	Berat Limbah (kg)	Luas Gedung (m^2)	Rasio Limbah (kg/m^2)	Jumlah Mahasiswa (orang)	Rasio Limbah (kg/orang)
1	Teknik Lingkungan	396,5	3600	0,11	461	0.86
2	Arsitektur	1926,4	4000	0,48	436	4.42

No.	Departemen	Berat Limbah (kg)	Luas Gedung (m^2)	Rasio Limbah (kg/m^2)	Jumlah Mahasiswa (orang)	Rasio Limbah (kg/orang)
3	Teknik Geofisika	145,2	2500	0,06	238	0.61
4	Biologi	422,2	2600	0,16	325	1.3
5	Sistem Informasi	1118,15	3500	0,32	737	1.52
6	Teknik Kelautan	1671,75	3000	0,56	606	2.76
7	Teknik Elektro	10500,9	6500	1,62	971	10,82

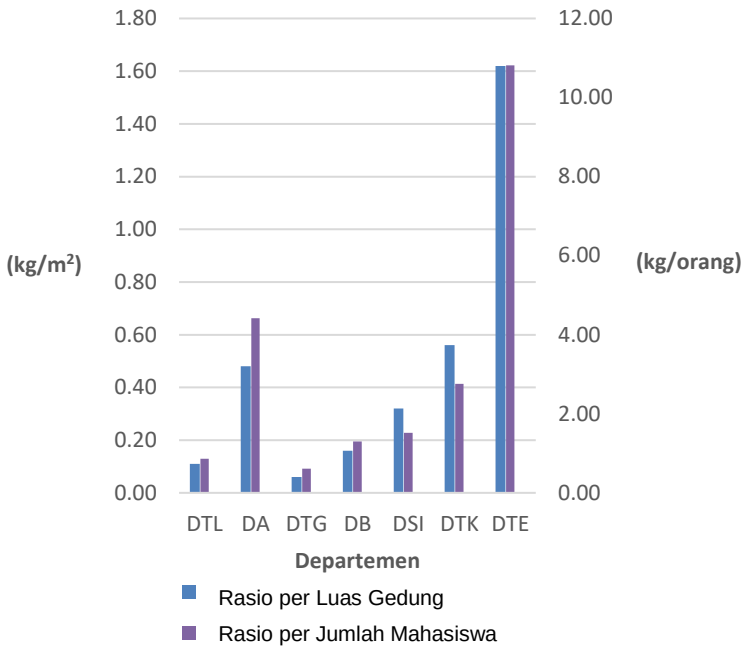
Departemen Teknik Elektro ITS memiliki rasio limbah elektronik terbesar besar yaitu 1,62 kg/m^2 dan 10,82 kg/orang. Sedangkan Departemen Teknik Geofisika ITS memiliki angka timbulan limbah paling kecil yaitu 0,06 kg/m^2 dan 0,61 kg/orang. Perbandingan rasio limbah elektronik diwujudkan dalam grafik pada Gambar 4.39.

Terbatasnya ruang penyimpanan ini secara langsung dapat menimbulkan kesulitan dalam :

1. upaya pemilahan limbah elektronik;
2. peletakan limbah elektronik;
3. pemeliharaan ruang penyimpanan (pembersihan, perbaikan, dan inspeksi limbah).

Upaya yang dapat dilakukan oleh pihak ITS ataupun departemen untuk menangani masalah ruang penyimpanan yaitu:

1. standarisasi ruang penyimpanan limbah elektronik bagi seluruh unit pendidikan,
2. pemisahan limbah elektronik dan non-elektronik agar tidak disimpan dalam ruang penyimpanan yang sama;
3. penetapan batas waktu penyimpanan limbah elektronik di ruang penyimpanan milik unit pendidikan (dilengkapi dengan penetapan mekanisme pemutihan barang milik negara).



keterangan : DTL: Departemen Teknik Lingkungan; DA: Departemen Arsitektur; DTG: Departemen Teknik Geofisika; DB: Departemen BIologi; DSI: Departemen Sistem Informasi; DTK: Departemen Teknik Kelautan; DTE: Departemen Teknik Elektro

Gambar 4. 39 Rasio Limbah Elektronik Per Luas Gedung dan Jumlah Mahasiswa di Unit Pendidikan ITS

4.3.2 Faktor Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia pihak departemen memiliki peran penting dalam pengelolaan limbah elektronik. Dalam dokumen ISO/FDIS 14001:2015 tentang sistem manajemen lingkungan, dijelaskan peran sumber daya manusia sebagai elemen pendukung dalam suatu sistem pengelolaan lingkungan. Sumber daya manusia harus memiliki keahlian dan pengetahuan sesuai dengan tugas yang dikerjakan, yaitu mengelola limbah B3 khususnya limbah elektronik. Selain itu, sumber daya manusia yang dimiliki ITS maupun departemen dalam pengelolaan limbah B3 seharusnya juga memiliki kemampuan untuk melakukan audit

internal serta evaluasi secara keseluruh terhadap lingkup tugas yang dikerjakan. Namun saat ini belum terdapat badan khusus dalam SOTK ITS yang bertugas untuk mengelola limbah B3, sehingga belum terdapat pengelolaan khusus untuk limbah elektronik, kecuali untuk limbah elektronik yang merupakan barang milik negara.

Upaya yang dapat dilakukan oleh pihak ITS ataupun departemen untuk menangani masalah sumber daya manusia yaitu:

1. membentuk biro/badan baru di dalam SOTK ITS dan fakultas/departemen yang memiliki tugas pokok dan fungsi dalam pengelolaan limbah B3, termasuk limbah elektronik. Biro/badan tersebut bertanggungjawab dalam penyusunan dan pengawasan regulasi tentang pengelolaan limbah B3, serta sebagai pelaksana teknis pengelolaan limbah B3.
2. memberikan pelatihan tentang pengelolaan limbah B3 khususnya limbah elektronik kepada tenaga kependidikan yang bertugas untuk mengelola limbah B3.

4.3.3 Faktor Kebijakan

Pengelolaan limbah elektronik yang dilakukan pihak departemen harus didukung dengan aturan atau kebijakan yang ditetapkan oleh pimpinan ITS. Hal ini berdasar pada dokumen ISO/FDIS 14001:2015 yang menjelaskan bahwa pemimpin organisasi harus membentuk, mengimplementasikan, dan menjaga kebijakan lingkungan dalam suatu sistem manajemen lingkungan. Namun saat ini belum terdapat kebijakan khusus yang dibuat oleh ITS tentang pengelolaan limbah elektronik, yang mempengaruhi sistem pengelolaan pada tiap elemen di ITS khususnya unit pendidikan. Pihak departemen tidak memiliki acuan dalam mengelola limbah elektronik yang dihasilkan sehingga terjadi ketimpangan dalam kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik di tiap departemen. Ranah dan lingkup pengelolaan limbah elektronik antara ITS dengan unit pendidikan belum diatur sehingga masih belum jelas bagaimana mekanismenya. Belum adanya kebijakan pengelolaan limbah elektronik dari pimpinan ITS dapat menimbulkan kesulitan pada:

1. pemanfaatan limbah elektronik oleh pihak departemen (*reuse* dan *recycle* limbah elektronik);
2. perhitungan kebutuhan ruang penyimpanan limbah elektronik;
3. ketersediaan SDM untuk mengelola limbah elektronik pada tiap departemen.

Upaya yang dapat dilakukan pihak ITS untuk menangani masalah kebijakan yaitu:

1. menyusun kebijakan dan SOP pengelolaan limbah elektronik dalam lingkup ITS secara tertulis;
2. melakukan sosialisasi dan koordinasi dengan unit pendidikan untuk menangani permasalahan yang dihadapi pihak departemen dalam mengelola limbah elektronik, seperti tidak tersedianya ruang penyimpanan khusus limbah elektronik atau tidak adanya sumber daya manusia yang kompeten dalam mengelola limbah elektronik.

4.3.4 Faktor mekanisme pemutihan barang milik negara

Barang elektronik milik negara yang telah menjadi limbah tidak diperbolehkan untuk dibuang. Sehingga limbah elektronik tersebut harus disimpan hingga dilakukannya pemutihan oleh pihak ITS. Pemutihan barang milik negara telah diatur pada Peraturan Menteri Keuangan No. 83 Tahun 2016 tentang Tata Cara Pelaksanaan Pemusnahan dan Penghapusan Barang Milik Negara. Mekanisme pemutihan barang milik negara belum sepenuhnya dipahami oleh pihak berwenang di ITS, sehingga waktu/jadwal diadakan pemutihan menjadi tidak tentu. Ketidakjelasan mekanisme pemutihan barang milik negara mempengaruhi jangka waktu penyimpanan limbah elektronik di ruang penyimpanan limbah elektronik pada masing-masing unit pendidikan. Terdapat beberapa kasus yang menjadi indikator tidak jelasnya mekanisme pemutihan barang milik negara di ITS, diantaranya :

1. terdapat departemen yang mengajukan penghapusan barang milik negara, namun tidak terdapat tindak lanjut dari pihak ITS;
2. penghapusan barang milik negara telah dilakukan, namun barang tersebut belum dapat dipindahkan dari gudang departemen hingga saat penelitian dilakukan;

3. proses penghapusan tidak dilakukan tiap tahun;
4. proses penghapusan membutuhkan waktu yang lama (pengajuan penghapusan kepada Kementerian Keuangan RI adalah 3-4 bulan, revisi dokumen apabila proses penghapusan gagal adalah 6 bulan sejak pengajuan awal dilakukan).

Upaya yang dapat dilakukan oleh pihak ITS dalam menangani permasalahan pemutihan barang milik negara yaitu:

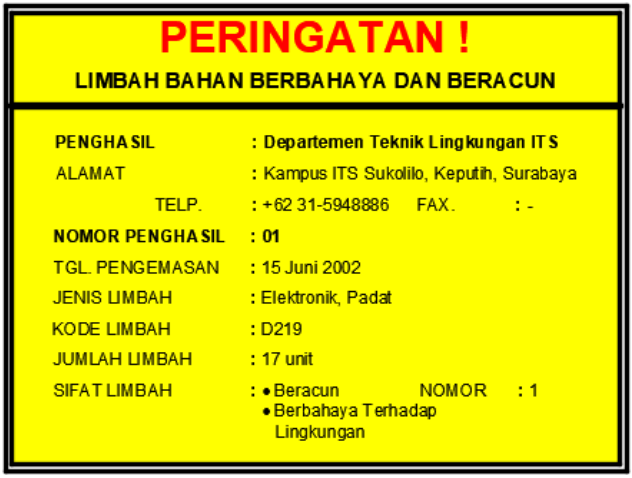
1. menetapkan sistem pemutihan barang milik negara secara tertulis dan menyusun jadwal rutin pemutihan sesuai dengan kebijakan yang berlaku;
2. menerapkan sistem penyimpanan limbah elektronik terpusat, agar limbah elektronik dari pihak departemen dapat pindahkan ke ruang penyimpanan limbah elektronik ITS meskipun belum melewati proses pemutihan.

4.4 Penyusunan SOP Pengelolaan Limbah Elektronik

Kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik di unit pendidikan yang diteliti masih memiliki banyak kekurangan. Dari kondisi tersebut, disusun sebuah SOP pengelolaan limbah elektronik untuk unit pendidikan ITS dengan berdasar pada peraturan yang dimiliki Indonesia yaitu PP RI No. 101 Tahun 2014, Permen LH no. 30 Tahun 2009, Permen LH no. 14 Tahun 2013, KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995 dan adaptasi dari pengelolaan limbah elektronik di perguruan tinggi lain khususnya MIT.

1. Limbah elektronik yang dihasilkan disimpan pada ruang penyimpanan yang sesuai dengan peraturan.
    a. Lokasi bebas banjir, tidak rawan bencana, milik penghasil limbah elektronik (PP RI No. 101 Tahun 2014 pasal 14);
    b. bangunan mampu melindungi limbah dari air hujan dan sinar matahari (PP RI No. 101 Tahun 2014 pasal 16);
    c. terdapat ventilasi dan penerangan yang memadai (PP RI No. 101 Tahun 2014 pasal 16);
    d. terdapat simbol limbah B3 (toksik dan berbahaya bagi lingkungan) dan keterangan tempat penyimpanan limbah B3 di depan ruang penyimpanan (Permen LH No. 30 Tahun 2009).

2. Limbah elektronik dapat disimpan dalam wadah berupa kardus atau wadah lainnya. Wadah harus mampu melindungi limbah elektronik dari adanya benturan atau kerusakan. Limbah dalam wadah kemudian ditumpuk dengan menggunakan rak. Satu wadah digunakan untuk menyimpan satu jenis limbah elektronik, atau untuk beberapa jenis limbah apabila kuantitasnya sedikit (KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995).
3. Peletakan limbah pada rak dipilah dan disesuaikan dengan jenis limbah. Jarak antar rak sekitar 60 cm (KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995).
4. Label limbah elektronik ditempelkan pada wadah atau rak penyimpanan, pada titik yang mudah dan jelas untuk dilihat. Label berisikan informasi: kategori limbah; jenis limbah; awal tanggal penyimpanan; penghasil limbah; alamat; dan kota (Permen LH No. 30 Tahun 2009 dan Permen LH No. 14 Tahun 2013). Contoh label limbah B3 yang telah diisi ditunjukkan pada Gambar 4.40.
5. Limbah dapat disimpan paling lama satu tahun pada ruang penyimpanan, selanjutnya harus segera dipindahkan/diserahkan kepada pihak ITS. Untuk limbah elektronik yang merupakan barang milik negara, dapat disimpan paling lama 5 tahun dan harus segera dilakukan proses penghapusan (PP RI No. 101 Tahun 2014 dan MIT *e-waste management*).
6. Inspeksi limbah dilakukan minimal satu tahun sekali (MIT *e-waste management*).
7. Pemeliharaan ruang penyimpanan wajib dilakukan tiga bulan sekali, untuk menjaga kondisi ruang penyimpanan limbah elektronik dan supaya inspeksi limbah dapat dilakukan dengan baik (MIT *e-waste management*).
8. Terdapat alat penanggulangan keadaan darurat seperti alat pemadam api, *emergency bell*, dan kotak P3K di lokasi yang mudah untuk dijangkau dari ruang penyimpanan limbah elektronik (PP RI No. 101 Tahun 2014 pasal 13).



Gambar 4. 40 Contoh Label Limbah Elektronik

4.5 Desain Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik

Ruang penyimpanan yang dimiliki oleh unit pendidikan ITS masih belum sesuai dengan ketentuan ruang penyimpanan limbah B3 menurut peraturan yang berlaku. Dasar perancangan ruang penyimpanan limbah B3 dalam aspek teknis yang telah diatur dalam Permen LH No. 30 Tahun 2009 serta KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995. Pada penelitian ini, dirancang ruang penyimpanan limbah elektronik ideal dengan mempertimbangkan kondisi pengelolaan limbah elektronik di unit pendidikan ITS. Perencanaan ruang penyimpanan limbah elektronik dibuat dengan menggunakan software *Sketchup* versi 2017.

Perencanaan ruang penyimpanan limbah elektronik dilakukan untuk salah satu departemen yang diteliti, yaitu Departemen Arsitektur ITS, namun juga dapat diterapkan pada departemen lain. Perancangan ruang penyimpanan limbah elektronik pada penelitian ini menggunakan rak dengan dimensi 2.5x0.5x2.5 meter. Diasumsikan kemampuan penampungan rak adalah 50% dari volume rak. Berikut perhitungannya :

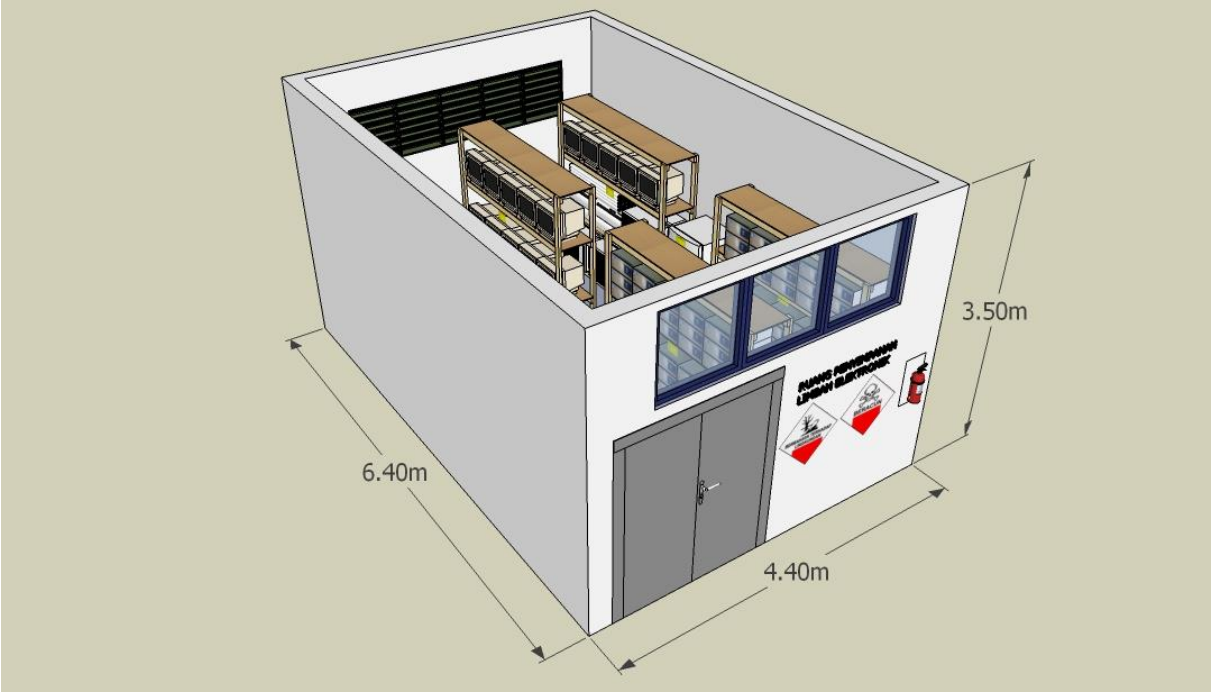
$$V\ penampungan\ rak = 50\%\ x\ V\ rak$$
$$V\ penampungan\ rak = 50\%\ x\ 2.5\ m\ x\ 0.5\ m\ x\ 2.5\ m = 1.5\ m^3$$

Departemen Arsitektur memiliki limbah elektronik dengan total volume mencapai 7.89 m^3. Terdapat beberapa limbah yang tidak dapat ditumpuk pada rak seperti limbah lemari es, mesin fotokopi, serta dispenser, sehingga total limbah yang bisa disimpan pada rak adalah sebesar 7 m^3. Dengan kemampuan penampungan tiap rak sebesar 1.5 m^3, maka kebutuhan rak didapatkan dengan perhitungan berikut :

$$Jumlah\ rak = \frac{Volume\ limbah}{V\ penampungan\ rak} = \frac{7\ m^3}{1.5\ m^3} = 4.6\ \approx 5\ rak$$

Dibutuhkan 5 rak untuk bisa menampung limbah elektronik milik Departemen Arsitektur secara optimal dalam ruang penyimpanan. Setelah diketahui kebutuhan rak, kemudian ditentukan dimensi dibutuhkan untuk menampung limbah dengan baik. Penentuan dimensi dilakukan dengan metode *trial and error* pada software *sketchup* 2017 hingga didapatkan dimensi optimal yang dapat menampung 5 buah rak. Jarak antar rak menurut peraturan minimal 60 cm. Setelah dilakukan beberapa percobaan, didapatkan dimensi optimal ruang penyimpanan adalah 4x6 meter dengan tinggi 3.5 meter. Berikut hasil perencanaan ruang penyimpanan limbah elektronik secara 3 dimensi ditunjukkan pada Gambar 4.41.

Ruang penyimpanan limbah elektronik direncanakan sesuai dengan peraturan pengelolaan limbah B3 pada PP RI No. 101 Tahun 2014, Permen LH No. 30 Tahun 2009 serta KEPBAPEDAL No. 01 Tahun 1995. Pada Lampiran D Gambar nomor 1 ditunjukkan tampak depan ruang penyimpanan limbah elektronik. Terdapat keterangan nama ruang beserta dengan simbol limbah beracun dan berbahaya bagi lingkungan di sebelah pintu. Kemudian juga terdapat alat pemadam kebakaran, dengan jarak dan ketinggian yang mudah untuk dijangkau. Pintu menggunakan 2 daun pintu yang mengarah ke luar ruangan, untuk mempermudah operasional ruang penyimpanan dan tidak mengurangi dimensi efektif ruangan. Terdapat kaca pada sisi atas ruangan, berfungsi agar cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruangan dan memberikan penerangan. Kaca direncanakan memiliki dimensi 3x1 meter agar dapat memberikan penerangan dengan baik dan merata kedalam ruangan.



Gambar 4. 41 Desain Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik

Denah ruang penyimpanan limbah elektronik ditunjukkan pada Lampiran D Gambar nomor 2. Rak disusun sejajar dan simetris dengan jarak sekitar 1 meter untuk mempermudah dan meningkatkan keamanan operasional penyimpanan limbah elektronik. Terdapat sisa ruang yang dapat digunakan untuk menyimpan limbah elektronik dengan dimensi besar seperti mesin fotokopi, kulkas dan dispenser. Sisa ruang juga dapat digunakan untuk kebutuhan operasional gudang lainnya.

Tampak belakang ruang penyimpanan ditunjukkan pada Lampiran D Gambar nomor 3. Terdapat ventilasi yang berfungsi untuk memberikan sirkulasi udara kedalam ruang penyimpanan. Ventilasi direncanakan dengan dimensi 3x0.8 meter. Ventilasi memiliki luas 2.4 m^2, sedangkan luas minimal ventilasi yang dibutuhkan adalah 5% dari luas lantai yaitu 1.2 m^2. Luas ventilasi direncanakan menjadi 2 kali luas minimal agar sirkulasi udara ke dalam ruangan menjadi lebih baik.

Potongan ruang penyimpanan ditunjukkan pada Lampiran D Gambar nomor 4 dan 5. Terdapat label limbah B3 yang ditempelkan pada rak untuk setiap jenis limbah elektronik. Label diletakkan pada posisi yang mudah untuk dilihat. Penerangan menggunakan lampu dan sinar matahari. Lampu penerangan memiliki jarak 1 meter dari tumpukan limbah elektronik teratas.

Dari perancangan ruang penyimpanan tersebut, kemudian dilakukan pendekatan untuk menghitung kebutuhan dimensi ruang penyimpanan pada departemen lainnya. Pendekatan dilakukan dengan melakukan perbandingan terhadap volume limbah elektronik Departemen Arsitektur dan luas ruang penyimpanan yang telah direncanakan. Hasil perhitungan kebutuhan luas ruang penyimpanan pada masing-masing departemen ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Kebutuhan Luas Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik

No.	Departemen	Volume Limbah Elektronik (m^3)	Kebutuhan Luas Ruang Penyimpanan (m^2)
1	Arsitektur	7.8	24
2	Teknik Lingkungan	2.2	6.6
3	Teknik Geofisika	0.9	2.7
4	Biologi	2.1	6.3
5	Sistem Informasi	6.2	18.6
6	Teknik Kelautan	9.5	28.5
7	Teknik Elektro	71.8	215.4

Kebutuhan luas ruang penyimpanan limbah elektronik pada tiap departemen kemudian dibandingkan dengan luas ruang penyimpanan eksisting yang dimiliki masing-masing departemen. Apabila luas ruang penyimpanan eksisting lebih besar atau sama dengan kebutuhannya, maka ruang penyimpanan yang dimiliki oleh departemen dapat digunakan sebagai ruang penyimpanan limbah elektronik. Namun harus dilakukan penataan ulang agar ruang penyimpanan sesuai dengan kriteria ruang penyimpanan limbah B3. Berikut hasil perbandingan ruang penyimpanan ditunjukan pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Perbandingan Luas Ruang Penyimpanan

No.	Departemen	Volume Limbah Elektronik (m^2)	Kebutuhan Luas Ruang Penyimpanan (m^2)	Luas Ruang Penyimpanan Eksisting (m^2)	Keterangan
1	Teknik Lingkungan	2.2	6.6	18	Cukup
2	Arsitektur	7.8	24	12	Tidak cukup
2	Teknik Geofisika	0.9	2.7	20	Cukup
3	Biologi	2.1	6.3	10	Cukup
4	Sistem Informasi	6.2	18.6	20	Cukup
5	Teknik Kelautan	9.5	28.5	6	Tidak cukup
6	Teknik Elektro	71.8	215.4	10.5	Tidak cukup

Dari hasil perbandingan, ruang penyimpanan eksisting yang tidak dapat digunakan adalah milik Departemen Arsitektur, Teknik Kelautan dan Departemen Teknik Elektro. Alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan mencari ruang lain yang dapat mencukupi kebutuhan ruang, atau membangun ruang penyimpanan baru. Untuk Departemen Teknik Elektro, volume limbah elektronik terlalu besar sehingga harus dilakukan penghapusan terlebih dahulu untuk mereduksi volume limbah elektronik, agar ruang penyimpanan yang direncanakan tidak terlalu besar. Apabila ruang penyimpanan terlalu besar maka akan menjadi tidak efisien, karena limbah elektronik yang disimpan dapat direduksi apabila proses penghapusan dilakukan secara

rutin dan sistematis. Selain aspek dimensi, aspek lain dalam perencanaan ruang penyimpanan untuk masing-masing departemen dapat mengikuti desain ruang penyimpanan milik Departemen Arsitektur yang telah dibuat.

4.6 Prioritas Pengelolaan Limbah Elektronik

Pengelolaan limbah elektronik di unit pendidikan ITS masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu ditentukan prioritas pengelolaan limbah elektronik, agar ITS dapat mengetahui aspek pengelolaan yang harus segera ditangani untuk memperbaiki sistem pengelolaan limbah elektronik di ITS. Prioritas pengelolaan limbah elektronik didapatkan dari hasil penilaian kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik dan hasil kuesioner kepentingan pengelolaan limbah elektronik.

4.6.1 Pembobotan KPI dan Penilaian Kondisi Eksisting

Hasil dari kuesioner adalah nilai kepentingan pengelolaan limbah elektronik dari masing-masing perspektif responden. Angka-angka tersebut kemudian diolah dengan bantuan *software Expert Choice* untuk mencari kesimpulan bobot dari masing-masing pengelolaan di dalam KPI baik dalam aspek teknis maupun aspek kelembagaan.

Pada software *Expert Choice*, didapatkan rasio inkonsistensi rata-rata hanya 0,01 dari nilai maksimum 0,1 pada KPI aspek teknis maupun kelembagaan, sehingga data sudah konsisten dan dapat digunakan dalam penentuan prioritas pengelolaan limbah elektronik. Kemudian ditentukan nilai kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik. Penilaian didapatkan dari hasil observasi kepada tiap unit pendidikan yang menjadi objek penelitian. Penilaian didasarkan pada kesesuaian pengelolaan dengan peraturan pengelolaan yang berlaku. Penilaian secara rinci terdapat pada Lampiran C.

Nilai bobot dan skor kemudian dikalikan untuk menemukan nilai akhir prioritas, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.18 dan Tabel 4.19. Nilai akhir kemudian diurutkan dari yang terbesar hingga yang terkecil, yang ditunjukkan pada Tabel 4.20 dan Tabel 4.21. Semakin besar nilai akhir pengelolaan, maka aspek tersebut semakin penting untuk segera ditangani oleh ITS dalam mengelola limbah elektronik.

Tabel 4. 18 Hasil Penentuan Prioritas Pengelolaan Limbah Elektronik Pada Aspek Teknis

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Bobot	Skor	Nilai Akhir
1.	Pengadaan Barang Elektronik	Kualitas barang elektronik	Merk/brand barang elektronik	0.022	1.6	0.035
			Tahun produksi barang elektronik	0.024	1.6	0.038
			Spesifikasi barang elektronik	0.045	1.7	0.077
		Kuantitas barang elektronik	-	0.015	1.9	0.028
		Harga barang elektronik	-	0.019	1.7	0.033
2.	Penggunaan dan Perawatan Barang Elektronik	Penggunaan barang sesuai prosedur	-	0.117	1.7	0.201
		Perawatan barang elektronik	-	0.066	2.0	0.132
3.	Pemanfaatan Limbah Elektronik	*Reuse*	-	0.033	3.0	0.099
		Reparasi	-	0.085	2.0	0.170
4.	Pra-Penyimpanan Limbah Elektronik	Pelabelan limbah (jenis, merk dan tipe, kode barang, tahun dapat, tahun rusak dan lain-lain)	-	0.056	3.0	0.168
		Pemilahan limbah	-	0.058	2.6	0.149
5.	Penyimpanan Limbah Elektronik	Kapasitas ruang penyimpanan	-	0.041	2.4	0.100
		Kondisi ruang penyimpanan	Ruang penyimpanan terlindung dari air hujan/kebocoran	0.043	1.4	0.061
			Ruang penyimpanan terlindung dari sinar matahari	0.019	1.1	0.022
			Ventilasi ruang penyimpanan	0.027	1.9	0.050
			Penerangan ruang penyimpanan	0.021	2.1	0.045
		Peletakan limbah elektronik	-	0.041	2.7	0.111
		Alat penanggulangan keadaan darurat	-	0.042	2.7	0.114
		Waktu penyimpanan	-	0.035	3.0	0.105

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Bobot	Skor	Nilai Akhir
		Pemeliharaan ruang penyimpanan	Inspeksi limbah elektronik	0.042	2.1	0.090
			Pembersihan ruang penyimpanan	0.039	2.6	0.100
			Perbaikan ruang penyimpanan	0.031	1.6	0.049
6.	Pengumpulan Limbah Elektronik	Waktu pemutihan limbah	-	0.043	3.0	0.129
		Pemindahan limbah (departemen ke ITS pusat)	-	0.032	2.0	0.064

Tabel 4. 19 Hasil Penentuan Prioritas Pengelolaan Limbah Elektronik Pada Aspek Kelembagaan

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Bobot	Skor	Nilai Akhir
1.	Administrasi	Perizinan pengelolaan limbah B3 kepada instansi berwenang (Dinas Lingkungan Hidup)	0.041	3.0	0.123
		Inventarisasi limbah elektronik oleh tenaga kependidikan (tendik) Departemen	0.082	1.0	0.082
		Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3 (pengumpul, pengolah, atau penimbun limbah B3)	0.069	3.0	0.207
2.	Tugas pokok dan fungsi	Struktur organisasi	0.051	1.0	0.051
		Deskripsi tupoksi	0.120	1.0	0.120
		Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja	0.195	1.1	0.223
3.	Sumber Daya Manusia	Latar belakang pendidikan tendik	0.073	3.0	0.219
		Pelatihan pengelolaan limbah B3	0.230	3.0	0.690
		Pengawasan kepada tendik	0.139	1.6	0.218

Tabel 4. 20 Prioritas Pengelolaan Limbah Elektronik Aspek Teknis

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Nilai Akhir
1	Penggunaan barang sesuai prosedur	0.201
2	Reparasi limbah	0.170
3	Pelabelan limbah	0.168
4	Pemilahan limbah	0.149
5	Perawatan barang elektronik	0.132
6	Waktu pemutihan limbah	0.129
7	Alat penanggulangan keadaan darurat	0.114
8	Peletakan limbah elektronik	0.111
9	Waktu penyimpanan	0.105
10	Pembersihan ruang penyimpanan	0.100
11	Kapasitas ruang penyimpanan	0.100
12	*Reuse*	0.099
13	Inspeksi limbah elektronik	0.090
14	Spesifikasi limbah elektronik	0.077
15	Pemindahan limbah	0.064
16	Ruang penyimpanan terlindung dari air hujan/kebocoran	0.061
17	Ventilasi ruang penyimpanan	0.050
18	Perbaikan ruang penyimpanan	0.049
19	Penerangan ruang penyimpanan	0.045
20	Tahun produksi barang elektronik	0.038
21	Merk/brand barang elektronik	0.035
22	Harga barang elektronik	0.033
23	Kuantitas barang elektronik	0.028
24	Ruang penyimpanan terlindung dari sinar matahari	0.022

Tabel 4. 21 Prioritas Pengelolaan Limbah Elektronik Aspek Kelembagaan

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Nilai Akhir
1	Pelatihan pengelolaan limbah B3	0.690
2	Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja	0.223
3	Latar belakang pendidikan tendik	0.219
4	Pengawasan kepada tenik	0.218
5	Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3	0.207
6	Perizinan pengelolaan limbah B3 kepada instansi berwenang	0.123
7	Deskripsi tupoksi	0.120
8	Inventarisasi limbah elektronik oleh tendik	0.082
9	Struktur organisasi	0.051

Pada aspek teknis didapatkan upaya pengelolaan yang menjadi prioritas utama adalah penggunaan barang elektronik sesuai prosedur. Pada aspek kelembagaan, prioritas utama yang didapatkan adalah memberikan pelatihan pengelolaan limbah B3 kepada tendik. Pada Tabel 4.20, ditunjukkan bahwa kenaikan nilai untuk setiap peringkat tidak besar. Sedangkan pada Tabel 4.21, ditunjukkan bahwa kenaikan nilai sangat besar pada strategi pelatihan pengelolaan limbah B3. Kenaikan nilai yang besar ini menunjukkan bahwa strategi tersebut sangat penting untuk segera dilakukan dibandingkan strategi lainnya.

Dari urutan prioritas pada aspek teknis dan kelembagaan, dipilih 5 strategi dengan nilai tertinggi untuk menjadi rekomendasi utama bagi unit pendidikan ITS, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.22 dan Tabel 4.23. Rekomendasi utama ini menjadi alternatif tahap awal bagi unit pendidikan ITS dalam memperbaiki sistem pengelolaan limbah elektronik. Karena selain penting untuk dilakukan berdasarkan penilaian responden, 5 strategi tersebut juga membutuhkan pembenahan berdasarkan hasil observasi kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik.

Tabel 4. 22 Rekomendasi Utama Pengelolaan Limbah Elektronik Pada Aspek Teknis

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik
1	Penggunaan barang sesuai prosedur
2	Reparasi limbah elektronik
3	Pelabelan limbah elektronik
4	Pemilahan limbah elektronik
5	Perawatan barang elektronik

Berikut rincian penjelasan dari masing-masing poin rekomendasi pengelolaan pada aspek teknis :

1. Penggunaan barang sesuai prosedur

Setiap barang elektronik memiliki prosedur penggunaan yang berbeda-beda, sesuai jenis dan spesifikasi barang elektronik tersebut. Bila barang elektronik digunakan tidak sesuai dengan prosedur penggunaannya, maka berpotensi untuk merusak atau mengurangi umur pakai barang tersebut dan akhirnya menjadi limbah. Oleh karena itu, diperlukan suatu edukasi serta

pengawasan terhadap penggunaan barang elektronik, agar tetap digunakan sesuai dengan prosedur yang ada.

2. Reparasi limbah elektronik

Dari hasil wawancara kepada beberapa responden, perbaikan limbah elektronik menjadi salah satu upaya yang lebih sering dilakukan daripada *reuse*. Perbaikan limbah dilakukan dengan mengganti beberapa komponen barang elektronik yang rusak. Perbaikan elektronik mempertimbangkan tingkat kerusakan barang serta biaya yang diperlukan. Upaya perbaikan limbah elektronik harus dioptimalkan sebagai upaya pemanfaatan limbah elektronik dan untuk mengurangi jumlah limbah elektronik.

3. Pelabelan limbah elektronik

Limbah elektronik yang disimpan harus memiliki label limbah B3 sesuai dengan peraturan. Label limbah elektronik dapat diletakkan pada limbah elektronik, wadah, atau rak penumpukan limbah elektronik. Label juga harus diletakkan pada lokasi yang mudah untuk dilihat. Label limbah elektronik diperlukan agar segala informasi mengenai limbah elektronik dapat diketahui secara langsung pada ruang penyimpanan.

4. Pemilahan limbah elektronik

Limbah elektronik yang disimpan pada ruang penyimpanan harus dipilah sesuai dengan jenisnya. Pemilahan limbah B3 telah diatur pada PP RI No. 101 Tahun 2014. Pemilahan limbah bertujuan agar limbah elektronik tidak tercampur secara sembarangan, karena setiap jenis limbah elektronik memiliki penanganan yang berbeda. Selain itu, pemilahan limbah elektronik juga mempermudah operasional penyimpanan limbah pada ruang penyimpanan karena sudah adanya letak/posisi tertentu.

5. Perawatan barang elektronik

Setiap barang elektronik memiliki cara perawatan yang berbeda. Barang elektronik harus mendapat perawatan secara rutin agar tetap berfungsi secara optimal setiap waktunya. Dengan adanya perawatan atau *maintenance* barang elektronik, maka dapat mencegah barang elektronik mengalami kerusakan. Oleh karena itu diperlukan suatu SOP atau sistem perawatan beberapa barang elektronik yang membutuhkan perawatan khusus.

Tabel 4. 23 Rekomendasi Utama Pengelolaan Limbah Elektronik Pada Aspek Kelembagaan

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik
1	Pelatihan pengelolaan limbah B3
2	Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja
3	Latar belakang pendidikan tendik
4	Pengawasan kepada tendik
5	Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3

Berikut rincian penjelasan dari masing-masing poin rekomendasi pengelolaan pada aspek kelembagaan :

1. Pelatihan pengelolaan limbah B3

Pengelolaan limbah B3 memiliki standar yang sudah diatur dalam peraturan. Oleh karena itu, pengetahuan tentang pengelolaan limbah B3 perlu untuk dimiliki oleh SDM yang dimiliki oleh unit pendidikan ITS. Pengetahuan dapat diberikan melalui pelatihan tentang pengelolaan limbah B3. Kemudian pasca pelatihan juga sebaiknya dilakukan implementasi sistem pengelolaan limbah B3 yang sesuai dengan peraturan, agar pengetahuan yang didapatkan dari pelatihan dapat langsung diterapkan.

2. Penyusunan SOP kerja

SOP kerja dibutuhkan agar setiap tendik memiliki acuan dalam menjalankan tugas, salah satunya dalam pengelolaan limbah elektronik. Dari hasil wawancara terhadap beberapa responden, belum terdapat SOP khusus dalam pengelolaan limbah elektronik. Belum adanya SOP kerja menyebabkan sebagian tendik tidak memiliki standar ataupun acuan dalam melakukan pengelolaan limbah elektronik mulai dari penyimpanan, pemilahan, penumpukan dan lain-lain.

3. Latar belakang pendidikan tendik

Pada poin 1 telah dijelaskan pentingnya pengetahuan tentang pengelolaan limbah B3, dan dapat didapatkan dengan pemberian pelatihan. Latar belakang pendidikan tendik juga menjadi rekomendasi yang berkaitan dengan pengetahuan SDM tentang pengelolaan limbah B3, selain dengan memberikan pelatihan. Pengelolaan limbah B3 yang sesuai dengan peraturan dapat diterapkan dengan baik apabila SDM sudah memilki basis ilmu tentang pengelolaan limbah B3. Namun berdasarkan hasil

wawancara, saat ini belum terdapat tendik yang memiliki basis ilmu tentang pengelolaan limbah B3, sehingga perlu dipertimbangkan untuk mencari SDM baru dengan basis ilmu yang sesuai.

4. Pengawasan kepada tendik

Dalam pelaksanaan tugas, perlu dilakukan pengawasan untuk mengontrol kinerja tendik agar tetap optimal. Kepala departemen sebagai pimpinan organisasi di departemen harus membuat sistem pengawasan yang dapat diterapkan sesuai struktur organisasi yang ada.

5. Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3

Limbah elektronik yang dihasilkan oleh unit pendidikan ITS selama ini (limbah elektronik habis pakai) selalu berakhir di TPS umum milik ITS. TPS yang dimiliki oleh ITS tidak seharusnya menampung limbah B3. Oleh karena itu, adanya kerjasama dengan pihak ke 3 dapat menjadi pertimbangan bagi ITS untuk memperbaiki kelanjutan sistem pengelolaan limbah B3 (termasuk limbah elektronik) yang telah dilakukan hingga saat ini.

BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1) Unit pendidikan ITS yang diteliti saat ini menyimpan berbagai jenis limbah elektronik, yaitu perangkat IT seperti: CPU; keyboard; mouse, laptop, printer; faksimile; dan mesin fotokopi, kemudian alat elektronik rumah tangga berukuran besar seperti: lemari pendingin; kipas angin dan AC, alat elektronik untuk pencahayaan serta alat elektronik untuk laboratorium.
2) Unit pendidikan ITS yang diteliti saat ini menyimpan limbah elektronik sejumlah 1289 unit, dengan total berat 16180,1 kg dan total volume 100,5 m^3.
3) Sistem penyimpanan limbah elektronik di Unit Pendidikan ITS yang diteliti saat ini masih belum sesuai dengan peraturan tentang aspek teknis pengelolaan limbah B3.
4) Faktor-faktor yang mempengaruhi pengelolaan limbah elektronik di unit Pendidikan ITS yang diteliti diantaranya:
    - keterbatasan kapasitas ruang penyimpanan limbah elektronik;
    - kurangnya pengetahuan SDM pada masing-masing departemen tentang pengelolaan limbah B3 khususnya limbah elektronik;
    - belum adanya kebijakan dari pimpinan ITS tentang pengelolaan limbah elektronik; dan
    - tidak jelasnya mekanisme pemutihan barang milik negara.
5) Prioritas utama pengelolaan limbah elektronik di unit pendidikan ITS dalam aspek teknis adalah: (1) mengoptimalkan upaya penggunaan barang elektronik agar sesuai dengan prosedur, (2) reparasi limbah elektronik, (3) pemberian label limbah B3 pada limbah elektronik, (4) pemilahan limbah elektronik sesuai jenisnya, dan (5) perawatan barang elektronik. Sedangkan prioritas utama pengelolaan dalam aspek kelembagaan adalah: (1) memberikan pelatihan pengelolaan limbah B3 kepada tendik, (2) menyusun Standar Operasional Prosedur kerja, (3) memilih SDM dengan latar belakang

pendidikan yang sesuai untuk mengelola limbah B3 khususnya elektronik, (4) pengawasan kinerja tendik, (5) membuat kontrak kerjasama dengan pihak ke 3 (pengumpul, pengolah, dan/atau penimbun limbah B3).

5.2 Saran

Hal-hal yang diperlukan untuk penelitian lebih lanjut dalam mengkaji kondisi pengelolaan limbah elektronik di unit pendidikan ITS adalah melakukan penelitian kepada unit pendidikan ITS lainnya untuk mendapatkan perbandingan data dan kondisi pengelolaan limbah elektronik yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, W., Purwanto, dan Damanhuri, E. 2012. Studi Persepsi dan Perilaku Jasa Servis Dalam Memperpanjang Aliran Limbah Elektronik (E – Waste) di Kota Semarang. **Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan**. Semarang

Badan Standardisasi Nasional. SNI 03-6572-2001 Tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung

Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Waste and Their Disposal. 1980. Basel

BASF Environment, Health and Safety Team. 2016. Universal and Electronic Waste Management

Bernasconi, M., Choirat, C., Seri, R. 2010. The Analytic Hierarchy Process and The Theory of Measurement. Vol. 56, No. 4, pp. 699-711.

Chibunna, J.B., Siwar, C., Begum, R.A., and Mohamed, A.F. 2012. The Challenges of e-waste management among institutions: a case study of UKM. **UKM Teaching and Learning Congress 2011**

Europen Commission DG ENV. E3. Heavy Metals in Waste. Project ENV. E.3/ETU/2000/0058

International Organization of Standardiztion. 2015. ISO/FDIS 14001:2015 *International Standard*: *Environmental Management Systems – Requirements with Guidance for Use*

Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology. E-Waste Management Policy. Kenya

Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor 01 Tahun 1995 Tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Penyimpanan dan Pengumpulan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun

Kiddee, P., Naidu, R., dan Wong, M.H. 2013. Electronic Waste Management Approaches : An Overview. **Waste Management,** Vol 33, hal. 1237-1250.

Massachusetts Institue of Technology. Universal and Electronic Waste Management for the MIT Community. Amerika Serikat

McCann, D., Wittmann, A. 2015. E-waste Prevention, Take-back System Design and Policy Approaches. **Solving the E-waste Problem (Step) Green Paper.** Step Initiative/United Nations University

Nindyapuspa, A. dan Trihadiningrum, Y. 2013. **Pengelolaan Limbah Elektronik**. ITS Press: Surabaya

Official Journal of the European Union. Directive 2012/19/EU Of The European Parliament And Of The Council of 4 July 2012 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)

Onwughara, N.I., Nnorom, I.C., Kanno, O.C., dan Chukwuma, R.C. 2010. Disposal Methods and Heavy Metals Released from Certain Electrical and Electronic Equipment Wastes in Nigeria: Adoption of Environmental Sound Recycling System**. International Journal of Environmental Science and Development**, Vol 1(4), hal. 290-297

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2013 Tentang Simbol dan Label Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 18 Tahun 2009 Tentang Tata Cara Perizinan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 30 Tahun 2009 Tentang Tata Laksana Perizinan dan Pengawasan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun serta Pengawasan Pemulihan Akibat Pencemaran Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun oleh Pemerintah Daerah

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Barang Milik Negara/Daerah. Pemerintahan Republik Indonesia

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Pemerintahan Republik Indonesia

Perdana, P.M., dan Trihadiningrum, Y. 2014. Penilaian Kinerja Lingkungan Dalam Insinerasi Limbah B3 Dengan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) di RSUD Dr. Soetomo Surabaya. **Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXI Program Studi MMT-ITS**

Pramila, S., Fukelar, M.H., and Bhawana, P. 2012. E-waste – A challenge for Tomorrow. **International Science Congress Association**, Vol 1(3), p. 86-93

Saaty, T.L.. 2008. Decision Making With the Analytic Hierarchy Process. **Int. J. Services Sciences**, Vol. 1(1), hal. 83 – 98

Wahyono, S. 2012. Kebijakan Pengelolaan Limbah Elektronik Dalam Lingkup Global dan Lokal. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi : Banten

“halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A
Kuisioner Penelitian

“halaman ini sengaja dikosongkan”

No. Responden : …
Tanggal Pengisian : …/…/2017

KUESIONER PENELITIAN
“Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS”

I. Identitas Responden
Nama :
Jabatan :
Tanda Tangan :

II. Petunjuk Pengisian
Pada setiap pertanyaan, terdapat 2 kriteria yang akan dibandingkan untuk mengetahui skala kepentingannya. Beri tanda centang pada kolom skala yang sesuai dengan pendapat Anda. Semakin tinggi angka skala yang dipilih, berarti tingkat kepentingan kriteria tersebut juga semakin besar.
Definisi angka skala :
1 : kedua kriteria sama penting
3 : kriteria sedikit lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
5 : kriteria lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
7 : kriteria sangat lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
9 : kriteria mutlak lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
2,4,6,8 : nilai tengah
Contoh :
Dalam pengelolaan limbah elektronik, manakah upaya yang lebih penting :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Pengurangan limbah													√					Penyimpanan lilmbah
Keterangan :																		

Dengan memberi centang pada skala 5 ke arah kriteria B, berarti Penyimpanan limbah (kriteria B) lebih penting dibandingkan dengan Pengurangan limbah (kriteria A). Anda juga dapat memberikan keterangan apabila ingin memberikan justifikasi penilaian pada kolom keterangan. Keterangan dapat didasarkan pada kondisi eksisting pengelolaan limbah elektronik atau keterbatasan yang dimiliki oleh pengelola dalam mengelola limbah elektronik.

III. Pertanyaan Kuesioner

ASPEK TEKNIS

1. Pengadaan Barang

Pada upaya pengadaan barang elektronik, terdapat 2 kriteria yang akan dibandingkan yaitu :

1. Kualitas barang elektronik, subkriteria :
   - Merk/brand
   - Tahun produksi
   - Spesifikasi
2. Kuantitas barang elektronik
3. Harga barang elektronik

Manakah kriteria yang lebih penting dalam melakukan pengadaan barang elektronik :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kualitas																		Kuantitas
Kualitas																		Harga
Kuantitas																		Harga
Keterangan :																		

Sub-kriteria kualitas barang elektronik :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Merk																		Tahun produksi
Merk																		Spesifikasi
Tahun produksi																		Spesifikasi
Keterangan :																		

2. Penggunaan dan Perawatan Barang

Pada penggunaan dan perawatan barang elektronik, terdapat 2 kriteria yang akan dibandingkan yaitu :

1. Penggunaan barang elektronik sesuai dengan prosedur
2. Perawatan barang elektronik

Manakah kriteria yang lebih penting dalam penggunaan dan perawatan barang elektronik :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Penggunaan sesuai prosedur																		Perawatan
Keterangan :																		

3. Pemanfaatan Limbah

Pada pemanfaatan limbah elektronik, terdapat 2 kriteria yang akan dibandingkan yaitu :

1. *Reuse* (penggunaan kembali)
2. Reparasi

Manakah kriteria yang lebih penting dalam pemanfaatan limbah elektronik:

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Reuse																		Reparasi
Keterangan :																		

4. Pra Penyimpanan Limbah

Pada pra penyimpanan limbah elektronik, terdapat 2 kriteria yang akan dibandingkan yaitu :

1. *Pelabelan* limbah
2. Pemilahan limbah

Manakah kriteria yang lebih penting dalam pra penyimpanan limbah elektronik :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Pelabelan																		Pemilahan
Keterangan :																		

5. Penyimpanan Limbah

Pada aspek penyimpanan limbah, terdapat 6 kriteria yang akan dibandingkan yaitu :

1. Kapasitas ruang penyimpanan
2. Kondisi ruang penyimpanan, sub-kriteria :
   - Ruang penyimpanan terlindung dari air hujan/kebocoran
   - Ruang penyimpanan terlindung sinar matahari
   - Ventilasi ruang penyimpanan
   - Penerangan ruang penyimpanan
3. Peletakan limbah elektronik
4. Alat penanggulangan keadaan darurat (alat pemadam api dan alat penanggulangan bencana lainnya)
5. Waktu penyimpanan
6. Pemeliharaan ruang penyimpanan, sub-kriteria :
   - Inspeksi limbah elektronik
   - Pembersihan ruang penyimpanan
   - Perbaikan ruang penyimpanan

Dalam upaya menyimpan limbah elektronik, manakah kriteria yang lebih penting :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kapasitas ruang penyimpanan																		Kondisi ruang penyimpanan
Kapasitas ruang penyimpanan																		Peletakan limbah elektronik
Kapasitas ruang penyimpanan																		Alat penanggulangan keadaan darurat

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kapasitas ruang penyimpanan																		Waktu penyimpanan
Kapasitas ruang penyimpanan																		Pemeliharaan ruang penyimpanan
Kondisi ruang penyimpanan																		Peletakan limbah elektronik
Kondisi ruang penyimpanan																		Alat penanggulangan keadaan darurat
Kondisi ruang penyimpanan																		Waktu penyimpanan
Kondisi ruang penyimpanan																		Pemeliharaan ruang penyimpanan
Peletakan limbah elektronik																		Alat penanggulangan keadaan darurat
Peletakan limbah elektronik																		Waktu penyimpanan
Peletakan limbah elektronik																		Pemeliharaan ruang penyimpanan
Alat penanggulangan keadaan darurat																		Waktu penyimpanan
Alat penanggulangan keadaan darurat																		Pemeliharaan ruang penyimpanan
Waktu penyimpanan																		Pemeliharaan ruang penyimpanan
Keterangan :																		

Sub-kriteria kondisi ruang penyimpanan :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Terlindung dari air hujan																		Terlindung dari sinar matahari
Terlindung dari air hujan																		Ventilasi
Terlindung dari air hujan																		Penerangan
Terlindung dari sinar matahari																		Ventilasi
Terlindung dari sinar matahari																		Penerangan
Ventilasi																		Penerangan
Keterangan :																		

Sub-kriteria pemeliharaan ruang penyimpanan :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Inspeksi limbah elektronik																		Pembersihan ruang penyimpanan
Inspeksi limbah elektronik																		Perbaikan ruang penyimpanan
Pembersihan ruang penyimpanan																		Perbaikan ruang penyimpanan
Keterangan :																		

6. Pengumpulan Limbah

Pada aspek pengumpulan limbah, terdapat 2 kriteria yang akan dibandingkan yaitu :

1. Waktu pemutihan limbah
2. Pemindahan limbah (dari departemen ke ITS pusat)

Dalam upaya pengumpulan limbah elektronik, manakah kriteria yang lebih penting :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Waktu pemutihan																		Pemindahan limbah
Keterangan :																		

Dari 6 aspek yang terdapat pada aspek teknis, manakah aspek yang lebih penting untuk segera ditangani oleh ITS dalam upaya mengelola limbah elektronik :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Pengadaan barang																		Penggunaan dan perawatan barang
Pengadaan barang																		Pemanfaatan limbah
Pengadaan barang																		Pra-penyimpanan limbah
Pengadaan barang																		Penyimpanan limbah
Pengadaan barang																		Pengumpulan limbah
Penggunaan dan perawatan barang																		Pemanfaatan limbah
Penggunaan dan perawatan barang																		Pra-penyimpanan limbah
Penggunaan dan perawatan barang																		Penyimpanan limbah
Penggunaan dan perawatan barang																		Pengumpulan limbah
Pemanfaatan limbah																		Pra-penyimpanan limbah
Pemanfaatan limbah																		Penyimpanan limbah
Pemanfaatan limbah																		Pengumpulan limbah
Pra-penyimpanan limbah																		Penyimpanan limbah
Pra-penyimpanan limbah																		Pengumpulan limbah
Penyimpanan limbah																		Pengumpulan limbah
Keterangan :																		

ASPEK KELEMBAGAAN

1. Administrasi

Pada aspek administrasi, terdapat 3 kriteria yang akan dibandingkan yaitu:

1. Perizinan pengelolaan limbah B3 kepada instansi berwenang (Dinas Lingkungan Hidup)
2. Inventarisasi limbah elektronik oleh tenaga kependidikan (tendik) Departemen
3. Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3 (pengumpul, pengolah, atau penimbun limbah B3)

Dalam aspek administrasi pengelolaan, manakah kriteria yang lebih penting :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Perizinan pengelolaan																		Inventarisasi
Perizinan pengelolaan																		Kontrak kerjasama
Inventarisasi																		Kontrak kerjasama
Keterangan :																		

2. Tugas Pokok dan Fungsi

Pada aspek tugas pokok dan fungsi, terdapat 3 kriteria yang akan dibandingkan yaitu :

1. Struktur organisasi
2. Deskripsi tugas pokok dan fungsi (tupoksi)
3. Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja

Dalam aspek tugas pokok dan fungsi pengelola, manakah kriteria yang lebih penting :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Struktur organisasi																		Deskripsi tupoksi
Struktur organisasi																		SOP kerja
Deskripsi tupoksi																		SOP kerja
Keterangan :																		

3. Sumber Daya Manusia

Pada aspek sumber daya manusia, terdapat 3 kriteria yang akan dibandingkan yaitu :

1. Latar belakang pendidikan tendik
2. Pelatihan pengelolaan limbah B3 kepada tendik
3. Pengawasan kepada tendik

Dalam aspek sumber daya manusia pengelola, manakah kriteria yang lebih penting :

Kriteria A	Skala									Skala								Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Latar belakang pendidikan																		Pelatihan
Latar belakang pendidikan																		Pengawasan

Kriteria A	Skala										Skala							Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Pelatihan																		Pengawasan
Keterangan :																		

Dari 3 aspek yang terdapat pada aspek kelembagaan, manakah aspek yang lebih penting untuk segera ditangani oleh ITS dalam upaya mengelola limbah elektronik :

Kriteria A	Skala										Skala							Kriteria B
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Administrasi																		Tugas Pokok dan Fungsi
Administrasi																		Sumber Daya Manusia
Tugas Pokok dan Fungsi																		Sumber Daya Manusia
Keterangan :																		

Saran :

Terima kasih atas bantuan yang telah diberikan oleh Bapak/Ibu untuk mengisi kuisioner ini. Mohon maaf apabila masih terdapat kekurangan atau kerancuan dalam isi kuisioner ini.

Hormat saya,

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

“halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN B
Data Limbah Elektronik Unit Pendidikan ITS

“halaman ini sengaja dikosongkan”

Data Limbah Elektronik Departemen Teknik Lingkungan

No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
1	CPU	Pentium IV	1	4	4	18	43	42	32508	0.0325
2	CPU	Pentium IV	1	7.2	7.2	18	43	42	32508	0.0325
3	CPU	(tidak diketahui)	15	7	105	18	43	42	32508	0.4876
4	Monitor	LG 710 S	6	11	66	40	41	41	67240	0.4034
5	Monitor	LG Studioworks 500 G	3	11	33	36	38	39	53352	0.1601
6	Monitor	LG Studioworks 710 S	3	11	33	40	41	41	67240	0.2017
7	Monitor	Samsung 551 V S	1	12	12	36	36	38	49248	0.0492
8	Monitor	GTC	1	12.5	12.5	35	36	35	44100	0.0441
9	LCD Monitor	Acer LED 4166 HQL	1	1.63	1.63	38	16	30	18240	0.0182
10	Keyboard	Komic K-8001	1	0.4	0.4	45	15	3	2025	0.0020
11	Keyboard	Logitech Keyboard 100	5	0.53	2.65	45	15	3	2025	0.0101
12	Keyboard	Logitech Standart Keyboard	1	0.75	0.75	45	15	3	2025	0.0020
13	Keyboard	LG ST-300	1	0.48	0.48	45	15	3	2025	0.0020
14	Keyboard	Skylink Windows 2000	1	0.56	0.56	45	15	3	2025	0.0020
15	Keyboard	Logitech Classic Keyboard	1	0.52	0.52	45	15	3	2025	0.0020
16	Keyboard	A4 Tech KBS-720	2	0.68	1.36	45	15	3	2025	0.0041
17	Keyboard	Logitech Newtouch Keyboard	6	0.63	3.78	45	15	3	2025	0.0122
18	Keyboard	Turbojet KB 8801 RXT	1	0.74	0.74	45	15	3	2025	0.0020
19	Printer	Canon PIXMA iP1880	1	4.2	4.2	44	24	18	19008	0.0190
20	Printer	EPSON Stylus Tx121x	1	4	4	44	31	18	24552	0.0246
21	Printer	EPSON Stylus Cx5500	1	6.5	6.5	44	34	22	32912	0.0329
22	Printer	Canon PIXMA iP2770	3	4.2	12.6	44	24	18	19008	0.0570
23	Printer	Hp Deskjet 2410	1	4	4	43	28	21	25284	0.0253
24	Printer	Canon PIXMA MP287	1	6	6	44	33	20	29040	0.0290
25	Printer	Canon PIXMA ix6560	1	7.5	7.5	55	30	15	24750	0.0248
26	Printer	EPSON Stylus C415X	1	2	2	41	22	24	21648	0.0216
27	Mesin Fotokopi	Toshiba 1560	1	38	38	54	54	38	110808	0.1108
28	Mouse	Logitech	1	0.1	0.1	12	6	4	288	0.0003
29	Mouse	Genius Easy Mouse + PS2	7	0.12	0.84	12	6	4	288	0.0020
30	Mouse	Komic	1	0.06	0.06	12	6	4	288	0.0003
31	USB Portable Diskette	IBM	1	0.24	0.24	10	14	2	280	0.0003
32	Router	TP-Link TL-SF1048	1	0.24	0.24	44	26	4	4576	0.0046
33	Modem	Vigo	1	0.31	0.31	16	13	3	624	0.0006

No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
34	Stavolt 500VA	KENIKA	1	4.25	4.25	20	19	14	5320	0.0053
35	Telepon	Panasonic	1	0.5	0.5	15	20	10	3000	0.0030
36	Kipas Angin	Miyako KAS 1618B	1	3.4	3.4	55	55	115	347875	0.3479
37	Portswitch	D-Link DES 1008D	1	0.27	0.27	10	11	3	330	0.0003
38	Lampu Unit	Toshiba TLPLV3	2	0.21	0.42	12	6	6	432	0.0009
39	Speaker	Mercury Pro	1	0.5	0.5	16	7	7	784	0.0008
40	Lemari Es	LG Express Cool GN-191SL	1	15	15	53	53	115	323035	0.3230
					396.5					**2.5**

Data Limbah Elektronik Departemen Arsitektur

No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
1	Lampu TL	Philips	60	0.2	12	120	3		845.1	0.0507
2	CPU	(tidak diketahui)	110	7	770	42	20	40	33600	3.6960
3	Keyboard	(tidak diketahui)	27	1.2	32.4	50	22	5	5500	0.1485
4	Printer	Hp Deskjet 1180c	1	12	12	60	40	30	72000	0.0720
5	Printer	EPSON Stylus Photo R290	1	6	6	45	30	15	20250	0.0203
6	Printer	Canon PIXMA iP1500	2	25	50	40	20	20	16000	0.0320
7	Printer	EPSON Stylus Photo 1390	1	9	9	62	30	21	39060	0.0391
8	Printer	(tidak diketahui)	8	6	48	44	40	20	35200	0.2816
9	Lemari es	Sanyo	2	41	82	54	54	135	393660	0.7873
10	Dispenser	Sanyo	1	5	5	35	35	100	122500	0.1225
11	Overhead Projector	Gakken	6	10	60	35	38	22	29260	0.1756
12	Mesin Ketik	(tidak diketahui)	5	8	40	45	15	3	2025	0.0101
13	AC outdoor	Mitsubishi	6	25	150	80	25	55	110000	0.6600
14	AC outdoor	Sanyo	1	25	25	80	25	55	110000	0.1100
15	AC outdoor	National	1	25	25	80	25	55	110000	0.1100
16	Projector	Pus OP30	2	10	20	55	44	40	96800	0.1936
17	Projector	Vivitek	1	10	10	45	15	3	2025	0.0020
18	Monitor	(tidak diketahui)	30	12	360	37	40	30	44400	1.3320
19	Mesin Fotokopi	(tidak diketahui)	1	200	200	44	31	18	24552	0.0246
20	Stavolt	Komsan SVC – 500N	2	2	4	17	20	12	4080	0.0082
21	Stavolt	(tidak diketahui)	3	2	6	17	20	12	4080	0.0122
					1926.4					**7.89**

Data Limbah Elektronik Departemen Teknik Geofisika

No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
1	AC indoor	(tidak diketahui)	5	6	30	100	22	28	61600	0.3080
2	AC outdoor	(tidak diketahui)	5	20	100	78	25	50	97500	0.4875
3	Kipas angin	Panasonic EP-404	1	7.4	7.4	42	42	130	229320	0.2293
4	Kipas angin	Panasonic EP-405	1	7.8	7.8	42	42	130	229320	0.2293
					145.2					**1.25**

Data Limbah Elektronik Departemen Biologi

No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
1	Monitor	(tidak diketahui)	7	12	84	37	40	30	46324	0.3243
2	CPU	(tidak diketahui)	4	5.5	22	18	44	42	33264	0.1331
3	AC indoor	Mitsubishi	5	8	40	80	18	26	37440	0.1872
4	AC outdoor	Mitsubishi	5	25	125	80	25	55	110000	0.5500
5	AC indoor	Panasonic	2	11	22	88	22	30	58080	0.1162
6	AC outdoor	Panasonic	2	15	30	65	24	50	78000	0.1560
7	AC indoor	Dast	1	11	11	90	20	28	50400	0.0504
8	AC indoor	Daikin	1	10	10	80	16	35	44800	0.0448
9	AC window	Jiangsu Chunlan	1	45	45	51	34	52	90168	0.0902
10	Lampu TL	(tidak diketahui)	1	0.2	0.2	120	3		847.8	0.0008
11	Printer	Canon BJC 1000 SP	1	3	3	35	15	20	10500	0.0105
12	Lemari es	Sanyo 2 pintu	1	30	30	52	60	140	436800	0.4368
					422.2					**2.1002**

Data Limbah Elektronik Departemen Sistem Informasi

No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
1	AC outdoor	Daikin AR25FV 1	4	23	92	75	25	50	93750	0.3750
2	AC outdoor	National	4	15	60	75	25	50	93750	0.3750
3	AC outdoor	(tidak diketahui)	7	35	245	85	35	75	223125	1.5619
4	AC outdoor	General	1	23	23	75	25	50	93750	0.0938
5	AC indoor	Organix	2	8	16	76	15	30	34200	0.0684

No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
6	AC indoor	Naational CS-C123KH	6	7.5	45	78	15	30	35100	0.2106
7	AC indoor	Panasonic	1	7	7	76	15	30	34200	0.0342
8	AC indoor	Daikin	3	8	24	76	15	30	34200	0.1026
9	AC indoor	Panasonic CS-PC18DKF	1	10	10	100	20	20	40000	0.0400
10	AC indoor	(tidak diketahui)	6	8	48	76	15	30	34200	0.2052
11	CPU	(tidak diketahui)	5	4	20	48	20	40	38400	0.1920
12	CPU	IBM x 3200/M2XEON	1	18	18	50	22	42	46200	0.0462
13	CPU	(tidak diketahui)	7	5	35	45	18	42	34020	0.2381
14	CPU	hp	7	7	49	40	18	35	25200	0.1764
15	CPU	ErSys	17	4	68	42	18	42	31752	0.5398
16	CPU	Simbadda	1	4	4	45	18	42	34020	0.0340
17	CPU	Sim Cool	3	8	24	45	18	42	34020	0.1021
18	CPU	AIBO	1	8.5	8.5	48	20	42	40320	0.0403
19	CPU	Case Tech Nautilus	1	7	7	46	18	40	33120	0.0331
20	CPU	Simbadda	1	5	5	46	18	40	33120	0.0331
21	CPU	ASUS	1	6.5	6.5	48	18	42	36288	0.0363
22	CPU	Phoenix	1	6	6	46	18	40	33120	0.0331
23	CPU	IBM AS/400e	2	10	20	65	43	55	153725	0.3075
24	Monitor	LG 505G	4	12.5	50	36	38	36	49248	0.1970
25	Monitor	LG Studioworks 505G	4	12.5	50	36	38	36	49248	0.1970
26	Monitor	Samsung Syncmaster	1	14.5	14.5	40	41	38	62320	0.0623
27	Monitor	GIC	1	14	14	40	36	40	57600	0.0576
28	Monitor	Samsung	1	8	8	40	40	40	64000	0.0640
29	Monitor	LG 710S	1	11	11	40	41	41	67240	0.0672
30	Monitor	ACER AC501	1	8	8	40	40	30	48000	0.0480
31	Monitor	LG Platron	2	2	4	38	18	35	23940	0.0479
32	Monitor	Advance V1540	9	2	18	37	15	30	16650	0.1499
33	Monitor	Viewsonic VS12489	2	4.5	9	42	18	42	31752	0.0635
34	Monitor	ACER AC713	1	12	12	40	42	35	58800	0.0588
35	Monitor	IBM Infowindow 11	2	9	18	35	32	35	39200	0.0784
36	Printer	Canon PIXMA iP1980	1	4	4	45	23	15	15525	0.0155
37	Printer	Lexmark 4126-K01	1	1.6	1.6	40	20	10	8000	0.0080
38	Printer	EPSON L110	2	2	4	50	22	13	14300	0.0286
39	Printer	Canon PIXMA iP2770	1	3	3	44	25	13	14300	0.0143
40	Keyboard	Logitech Classic Keyboard	14	0.5	7	45	15	2	1350	0.0189
41	Keyboard	Viewsonic	4	0.5	2	40	14	2	1120	0.0045
42	Keyboard	Logitech NewTouch Keyboard	3	0.5	1.5	43	17	2	1462	0.0044

No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
43	Keyboard	Logitech Standard Keyboard	3	0.7	2.1	45	18	3	2430	0.0073
44	Keyboard	Genius	1	0.5	0.5	45	15	2	1350	0.0014
45	Keyboard	IBM F1 M	2	2	4	52	21	4	4368	0.0087
46	Portswitch	D-Link DES-1024D	1	1.5	1.5	28	18	5	2520	0.0025
47	Power Supply	ErSys P4 LGA 480 wt	6	0.8	4.8	15	14	8	1680	0.0101
48	Power Supply	Simbadda	2	1.5	3	15	14	8	1680	0.0034
49	Faksimile	Panasonic KX-FT901CX	1	3	3	35	30	10	10500	0.0105
50	Faksimile	IBM 9068-A01	2	8	16	40	30	18	21600	0.0432
51	Stand Lamp	Panasonic SQT555 W	2	1.25	2.5	17	6	26	2652	0.0053
52	Headphone	Keenoin Kos 725	1	0.15	0.15	14	18	7	1764	0.0018
					1118.15					**6.1585**

Data Limbah Elektronik Departemen Teknik Kelautan

No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
1	AC indoor	Mitsubishi	1	7	7	78	28	16	34944	0.0349
2	AC indoor	Panasonic CS-PC18KKF	1	11	11	30	18	108	58320	0.0583
3	AC indoor	Daikin AN25FVI	1	8	8	76	15	30	34200	0.0342
4	AC indoor	Mitsubishi SRK285 CENF-W	2	8	16	18	27	74	35964	0.0719
5	AC indoor	Daikin R410A	1	10.5	10.5	76	15	30	34200	0.0342
6	AC indoor	(tidak diketahui)	7	8	56	76	15	30	34200	0.2394
7	AC outdoor	(tidak diketahui)	13	35	455	85	35	75	223125	2.9006
8	CPU	(tidak diketahui)	44	5	220	20	50	50	50000	2.2000
9	Monitor	Hp Hewlett Packard 17'	3	11	33	42	44	44	81312	0.2439
10	Monitor	Phillips	1	12	12	10	42	38	15960	0.0160
11	Monitor	LG Studioworks 500G	2	11	22	42	10	39	16380	0.0328
12	Monitor	Samsung LM1570A	1	3.4	3.4	38	35	3	3990	0.0040
13	Monitor	LG Flatron	1	13	13	40	32	38	48640	0.0486
14	Monitor	hp Pavilion MX704	13	13	169	40	44	46	80960	1.0525
15	Monitor	LG Studioworks 505G	2	12.5	25	36	38	36	49248	0.0985
16	Monitor	BoldLine	1	1.5	1.5	28	22	5	3080	0.0031
17	Monitor	hp 15' Color Monitor	4	13	52	36	38	40	54720	0.2189
18	Monitor	Phillips 107 S6	1	13	13	39	31	43	51987	0.0520
19	Monitor	GTC Millenia	2	10	20	36	31	42	46872	0.0937
20	Monitor	Advance 17' Color Monitor	1	16	16	36	38	36	49248	0.0492
21	Monitor	(tidak diketahui)	18	10	180	36	31	42	46872	0.8437

No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
22	Keyboard	hp SK-2502	1	1.2	1.2	46	18	2	1656	0.0017
23	Keyboard	hp 5187	1	0.75	0.75	46	18	2	1656	0.0017
24	Keyboard	hp	4	1	4	46	18	2	1656	0.0066
25	Keyboard	Komic SR-K88 30M	1	1	1	46	18	2	1656	0.0017
26	Keyboard	INTEX IT-1017 RB	1	1	1	46	18	2	1656	0.0017
27	Keyboard	Compact KB3923	5	1	5	45	17	1	765	0.0038
28	Keyboard	Logitech Easy Keyboard Deluxe	2	1	2	46	18	2	1656	0.0033
29	Keyboard	Logitech NewTouch Keyboard	1	1	1	46	18	2	1656	0.0017
30	Keyboard	ErSys	1	1	1	46	18	2	1656	0.0017
31	Keyboard	Atech KPS-720		1	0	46	18	2	1656	0.0000
32	Keyboard	Logitech NewTouch Keyboard 100	2	1	2	46	18	2	1656	0.0033
33	Keyboard	hp SK1688	1	1	1	46	18	2	1656	0.0017
34	Keyboard	Logitech K120	1	1	1	46	18	2	1656	0.0017
35	Printer	Epson STYLUS C45	1	2.8	2.8	40	14	14	7840	0.0078
36	Printer	EPSON LQ 2180	1	13	13	64	40	30	76800	0.0768
37	Printer	Canon MP258	2	5	10	44	34	16	23936	0.0479
38	Printer	Canon PIXMA MP160	1	5	5	44	40	20	35200	0.0352
39	Printer	Canon PIXMA iX 4000	1	6.8	6.8	60	31	18	33480	0.0335
40	Printer	EPSON LX800	2	5	10	37	30	7	7770	0.0155
41	Printer	Canon PIXMA iP1000	1	1	1	38	18	13	8892	0.0089
42	Printer	Canon S200 SPX	2	2.2	4.4	37	18	17	11322	0.0226
43	Printer	Canon PIXMA iP2770	1	4	4	48	28	16	21504	0.0215
44	Printer	EPSON LQ 1070+	1	9.5	9.5	61	37	16	36112	0.0361
45	Printer	(tidak diketahui)	1	6	6	44	40	20	35200	0.0352
46	Printer	Lexmark Z1320	1	2.3	2.3	43	21	12	10836	0.0108
47	Mouse	Prolink	1	0.05	0.05	9	4	2	72	0.0001
48	UPS	Laplace ML 500	1	6	6	31	9	13	3627	0.0036
49	Harddisk	LG	1	0.7	0.7	17	14	4	952	0.0010
50	Harddisk	Samsung	1	1	1	20	14	4	1120	0.0011
51	Harddisk	WD 2500	1	0.6	0.6	15	10	3	450	0.0005
52	Power Supply	Prolink PC650	3	5	15	35	10	15	5250	0.0158
53	Power Supply	Nexus	3	10	30	37	13	19	9139	0.0274
54	Ethernet	3Com Superstack	2	2.9	5.8	48	22	5	5280	0.0106
55	Speaker	Kenika SPE33	2	0.4	0.8	20	7	10	1400	0.0028
56	CD room	TDK	1	0.9	0.9	17	15	5	1275	0.0013
57	OHP	(tidak diketahui)	3	10	30	35	38	22	29260	0.0878

No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
58	Fax Modem	V90 56000 BPS	1	0.3	0.3	16	13	3	624	0.0006
59	Fax Modem	3Com	1	0.15	0.15	15	11	4	660	0.0007
60	Scanner	Umax astra 3400	1	2	2	46	30	6	8280	0.0083
61	Stavolt	Elsonic	1	1.3	1.3	16	12	21	4032	0.0040
62	Stavolt	Chigawa	1	1.3	1.3	16	12	21	4032	0.0040
63	Stavolt	Silicon	2	2	4	21	18	11	4158	0.0083
64	Stavolt	Megabright	3	1.3	3.9	17	20	12	4080	0.0122
65	Stavolt	Kasugawa 500V	9	10	90	21	19	12	4788	0.0431
66	Speaker	Advance digital	1	0.3	0.3	17	8	11	1496	0.0015
67	Speaker	Simbadda X218	1	2.2	2.2	25	15	21	7875	0.0079
68	Raket Nyamuk	Sinyoku	1	0.3	0.3	21	1	60	1260	0.0013
69	Dispenser	Fuji	1	5	5	35	35	100	122500	0.1225
70	Lemari es	Toshiba No Frost Deodorier	1	30	30	52	52	150	405600	0.4056
					1670.75					**9.4846**

Data Limbah Elektronik Departemen Teknik Elektro ITS

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO										
No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
1	AC Window	(berbagai merk dan tipe)	8	45	360	51	34	52	90168	0.7213
2	AC Split	(berbagai merk dan tipe)	88	40	3520	70	30	75	157500	13.8600
3	Kipas Angin	Maspion	1	7	7	42	42	130	229320	0.2293
4	Exhaust Fan	(berbagai merk dan tipe)	5	3	15	30	30	15	13500	0.0675
5	Televisi	(berbagai merk dan tipe)	5	15	75	40	10	40	16000	0.0800
6	Amplifier	(berbagai merk dan tipe)	9	10	90	50	40	10	20000	0.1800
7	Loudspeaker	(berbagai merk dan tipe)	9	17	153	36	37	58	77256	0.6953
8	Microphone	(berbagai merk dan tipe)	7	0.3	2.1	15	3	3	135	0.0009
9	UPS	tidak diketahui	2	6	12	30	10	15	4500	0.0090
10	Camera Video	tidak diketahui	2	0.5	1	12.5	10	8	1000	0.0020
11	Dispenser	Uchida	1	5	5	35	35	100	122500	0.1225
12	Audio Visual	Chanel Home Theatre in Box	1	8	8	45	17	33	25245	0.0252
13	Receiver HF/LF	(berbagai merk dan tipe)	3	3	9	10	12	15	1800	0.0054
14	Video Monitor	LCD Monitor ACER AL1716W	10	20	200	130	33	85	364650	3.6465

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO										
No.	Limbah elektronik	Merk & Tipe	Jumlah	Berat (kg)	Berat Total (kg)	Dimensi			Volume (cm3)	Volume Total (m3)
						Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
15	Video Processor	Video Decoder Board, Digile	1	4	4	32	10	26	8320	0.0083
16	Video Processor	LQ-1510	1	4	4	32	10	26	8320	0.0083
17	Digital Video Effect	(berbagai merk dan tipe)	3	1	3	8	8	2	128	0.0004
18	Film Projector	(berbagai merk dan tipe)	2	20	40	50	20	64	64000	0.1280
19	Slide Projector	AF-IR	1	3	3	28	25	11	7700	0.0077
20	Photo Tustel	Camera	1	0.5	0.5	12	10	7	840	0.0008
21	Mesin jilid	GBC	1	50	50	75	51	46	175950	0.1760
22	Mesin jilid	Gallant	1	50	50	75	51	46	175950	0.1760
23	GPS receiver	SiRP Prima Multifunction Lo	1	1.2	1.2	20	9	9	1620	0.0016
24	Telepon	(berbagai merk dan tipe)	31	0.4	12.4	15	20	8	2400	0.0744
25	Faksimile	LG	1	8	8	45	30	18	24300	0.0243
26	Faksimile	Panasonic	1	3	3	35	30	10	10500	0.0105
27	Stereo Generator FM	Philips	1	0.2	0.2	3	11	6	198	0.0002
28	Spektrofotometer	SHIMADSU UV - 1201	1	11	11	43	30	18	23220	0.0232
29	Universal Test Machine	(berbagai merk dan tipe)	3	180	540	60	82	193	949560	2.8487
30	Wheel Balancer	(berbagai merk dan tipe)	8	200	1600	170	140	180	4284000	34.2720
31	Centrifuge	(berbagai merk dan tipe)	22	100	2200	70	61	35	149450	3.2879
32	Analytical Balance Electric	Feedback	2	7	14	22	33	31	22506	0.0450
33	Voltmeter	(berbagai merk dan tipe)	33	0.5	16.5	10	10	5	500	0.0165
34	Audio Generator	GW, GAG-809	1	1	1	20	15	8	2400	0.0024
35	Oscilloscope	CAT.GOS622G	2	10	20	33	46	16	24288	0.0486
36	CPU	tidak diketahui	191	5	955	50	20	50	50000	9.5500
37	Laptop	(berbagai merk dan tipe)	19	2	38	30	25	5	3750	0.0713
38	Scanner	(berbagai merk dan tipe)	6	2	12	46	30	6	8280	0.0497
39	Kayboard	(berbagai merk dan tipe)	17	1	17	46	18	2	1656	0.0282
40	Monitor	(berbagai merk dan tipe)	9	13	117	42	10	39	16380	0.1474
41	Printer	(berbagai merk dan tipe)	57	4	228	48	28	16	21504	1.2257
42	Server	(berbagai merk dan tipe)	4	20	80	45	70	9	28350	0.1134
46	Hub	Baystack	5	3	15	43	20	4	3440	0.0172
			577		10500.9					72.0087

LAMPIRAN C
Data Penilaian Kondisi Eksisting Pengelolaan Limbah Elektronik Unit Pendidikan ITS

“halaman ini sengaja dikosongkan”

1. Departemen Teknik Lingkungan ITS

Aspek Teknis

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Pengadaan Barang Elektronik	Kualitas barang elektronik	Merk/Brand barang elektronik	2	Terdapat beberapa barang elektronik dengan merk yang belum sesuai dengan kebutuhan departemen.
			Tahun produksi barang elektronik	2	Sebagian barang elektronik merupakan seri lama.
			Spesifikasi barang elektronik	2	Terdapat beberapa alat laboratorium dengan spesifikasi yang belum sesuai dengan kebutuhan departemen.
		Kuantitas barang elektronik	-	2	Kuantitas barang elektronik masih kurang, terutama untuk peralatan laboratorium.
		Harga barang elektronik	-	2	Harga barang elektronik masih menjadi kendala dalam pengadaan barang.
2.	Penggunaan dan Perawatan Barang Elektronik	Penggunaan barang sesuai prosedur	-	2	Penggunaan barang elektronik sudah diupayakan agar sesuai dengan prosedur, namun sulit untuk mengawasi beberapa penggunaan barang.
		Perawatan barang elektronik	-	2	Sudah terdapat perawatan pada beberapa jenis barang elektronik saja.
3.	Pemanfaatan Limbah Elektronik	*Reuse*	-	3	Belum terdapat upaya reuse.
		Recycle and Recovery	-	2	Terdapat upaya recovery limbah elektronik namun belum terdapat SOP tertulis.
4.	Pra-Penyimpanan Limbah Elektronik	Pelabelan limbah	-	3	Belum terdapat label limbah B3 pada limbah elektronik
		Pemilahan limbah	-	3	Belum terdapat pemilahan limbah elektronik sesuai jenisnya.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
5.	Penyimpanan Limbah Elektronik	Kapasitas ruang penyimpanan	-	2	Ruang penyimpanan mampu menampung limbah elektronik dengan baik. Ruang penyimpanan digabung dengan penyimpanan limbah non elektronik (seperti dokumen akademik, kardus dan lain-lain) sehingga ruang menjadi penuh.
		Kondisi ruang penyimpanan	Ruang penyimpanan terlindung dari air hujan/kebocoran	1	Sudah terdapat atap dengan kondisi baik yang dapat melindungi ruang penyimpanan dari air hujan, dan tidak terdapat kebocoran.
			Ruang penyimpanan terlindung dari sinar matahari	1	Sudah terdapat atap dengan kondisi baik yang dapat melindungi ruang penyimpanan dari sinar matahari.
			Ventilasi ruang penyimpanan	1	Sudah terdapat ventilasi yang baik pada ruang penyimpanan.
			Penerangan ruang penyimpanan	1	Sudah terdapat penerangan yang baik dari sinar matahari atau menggunakan lampu.
		Peletakan limbah elektronik	-	3	Peletakan limbah elektronik di ruang penyimpanan tidak beraturan. Penumpukan limbah juga dilakukan secara sembarangan.
		Alat penanggulangan keadaan darurat	-	1	Sudah terdapat peralatan penanggulangan keadaan darurat yaitu alat pemadam api dan *emergency bell* di sekitar lokasi penyimpanan limbah elektronik.
		Waktu penyimpanan	-	3	Belum terdapat batas waktu penyimpanan untuk limbah elektronik karena menunggu adanya pemutihan, sehingga limbah elektronik bisa disimpan bertahun-tahun di ruang penyimpanan.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
		Pemeliharaan ruang penyimpanan	Inspeksi limbah elektronik	2	Inspeksi limbah elektronik dilakukan namun tidak rutin.
			Pembersihan ruang penyimpanan	2	Ruang penyimpanan belum sepenuhnya terawat, masih terdapat banyak debu dan kotor.
			Perbaikan ruang penyimpanan	1	Kondisi fisik ruang penyimpanan masih bagus.
6.	Pengumpulan Limbah Elektronik	Waktu pemutihan limbah	-	3	Waktu pemutihan tidak tetap menyebabkan pihak departemen tidak dapat melakukan penanganan terhadap limbah elektronik inventaris karena merupakan aset negara.
		Pemindahan limbah (departemen ke ITS pusat)	-	2	Pemindahan limbah elektronik untuk barang habis pakai sudah terlaksana dengan baik. Dari pihak ITS sudah menjadwalkan pengambilan sampah di tiap departemen, termasuk untuk limbah elektronik habis pakai. Sedangkan untuk barang inventaris tidak dapat dipindahkan langsung ke ITS pusat.

Aspek Kelembagaan

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Administrasi	Perizinan pengelolaan limbah B3 kepada instansi berwenang (Dinas Lingkungan Hidup)	3	Belum terdapat izin untuk mengelola limbah B3
		Inventarisasi limbah elektronik oleh tenaga kependidikan (tendik) ITS	1	Inventarisasi limbah elektronik sudah dilakukan.
		Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3 (pengumpul, pengolah, atau penimbun limbah B3)	3	Belum terdapat kontrak kerjasama dengan pihak 3
2.	Tugas pokok dan fungsi	Struktur organisasi	1	Sudah terdapat struktur organisasi yang jelas.
		Deskripsi tupoksi	1	Sudah terdapat deskripsi tupoksi untuk tenaga kependidikan. Deskripsi sudah jelas dan dapat dipahami oleh tenaga kependidikan dalam melaksanakan pekerjaan.
		Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja	1	Sudah terdapat SOP kerja untuk setiap tendik dalam menjalankan tugas
3.	Sumber Daya Manusia	Latar belakang pendidikan tendik	3	Belum terdapat bagian khusus untuk penanganan limbah elektronik ataupun limbah B3, sehingga tendik yang menangani limbah elektronik tidak memiliki basis ilmu pengelolaan limbah B3.
		Pelatihan pengelolaan limbah B3	3	Belum pernah diadakan pelatihan kepada tendik terkait pengelolaan limbah B3.
		Pengawasan kepada tendik	2	Terdapat pengawasan namun belum terdapat SOP.

2. Departemen Arsitektur ITS

Aspek Teknis

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Pengadaan Barang Elektronik	Kualitas barang elektronik	Merk/Brand barang elektronik	2	Terdapat beberapa barang elektronik dengan merk yang belum sesuai dengan kebutuhan departemen.
			Tahun produksi barang elektronik	2	Sebagian barang elektronik merupakan seri lama.
			Spesifikasi barang elektronik	2	Terdapat beberapa barang elektronik dengan spesifikasi yang belum sesuai dengan kebutuhan departemen.
		Kuantitas barang elektronik	-	2	Kuantitas barang elektronik masih kurang untuk memenuhi kebutuhan departemen.
		Harga barang elektronik	-	2	Harga barang elektronik masih menjadi kendala dalam pengadaan barang.
2.	Penggunaan dan Perawatan Barang Elektronik	Penggunaan barang sesuai prosedur	-	2	Penggunaan barang elektronik sudah diupayakan agar sesuai dengan prosedur, namun sulit untuk mengawasi beberapa penggunaan barang.
		Perawatan barang elektronik	-	2	Sudah terdapat perawatan pada beberapa jenis barang elektronik saja.
3.	Pemanfaatan Limbah Elektronik	*Reuse*	-	3	Belum terdapat upaya reuse limbah elektronik
		Recycle and Recovery	-	2	Terdapat upaya recovery, namun tidak terdapat SOP tertulis
4.	Pra-Penyimpanan	Pelabelan limbah	-	3	Belum terdapat label limbah B3 pada limbah elektronik.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
	Limbah Elektronik	Pemilahan limbah	-	2	Pemilahan sudah dilakukan untuk limbah CPU, namun sebagian limbah elektronik masih belum dipilah sesuai jenisnya.
5.	Penyimpanan Limbah Elektronik	Kapasitas ruang penyimpanan	-	2	Ruang penyimpanan mampu untuk menampung limbah elektronik namun isi ruangan terlalu padat.
		Kondisi ruang penyimpanan	Ruang penyimpanan terlindung dari air hujan/kebocoran	1	Sudah terdapat atap dengan kondisi baik yang dapat melindungi ruang penyimpanan dari air hujan, dan tidak terdapat kebocoran.
			Ruang penyimpanan terlindung dari sinar matahari	1	Sudah terdapat atap dengan kondisi baik yang dapat melindungi ruang penyimpanan dari sinar matahari.
			Ventilasi ruang penyimpanan	2	Ventilasi belum memenuhi luas minimal sesuai SNI 03-6572-2001 untuk ventilasi alami.
			Penerangan ruang penyimpanan	1	Sudah terdapat penerangan yang baik dari sinar matahari atau menggunakan lampu.
		Peletakan limbah elektronik	-	3	Jumlah limbah elektronik terlalu banyak sehingga peletakan beberapa limbah dilakukan secara sembarangan dan menutupi jalan serta mempersulit pengambilan limbah tersebut
		Alat penanggulangan keadaan darurat	-	3	Belum terdapat alat penanggulangan keadaan darurat di sekitar ruang penyimpanan.
		Waktu penyimpanan	-	3	Belum terdapat batas waktu penyimpanan untuk limbah elektronik karena menunggu adanya pemutihan, sehingga limbah elektronik bisa disimpan bertahun-tahun di ruang penyimpanan.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
		Pemeliharaan ruang penyimpanan	Inspeksi limbah elektronik	2	Telah dilakukan inspeksi limbah elektronik namun tidak rutin.
			Pembersihan ruang penyimpanan	2	Ruang penyimpanan belum sepenuhnya terawat, masih terdapat banyak debu dan kotor.
			Perbaikan ruang penyimpanan	1	Kondisi fisik ruang penyimpanan masih bagus, sehingga dapat diindikasikan pihak departemen tanggap dalam memperbaiki kerusakan yang terjadi pada ruang penyimpanan.
6.	Pengumpulan Limbah Elektronik	Waktu pemutihan limbah	-	3	Waktu pemutihan tidak tetap menyebabkan pihak departemen tidak dapat melakukan penanganan terhadap limbah elektronik inventaris karena merupakan aset negara.
		Pemindahan limbah (departemen ke ITS pusat)	-	2	Pemindahan limbah elektronik untuk barang habis pakai sudah terlaksana dengan baik. Dari pihak ITS sudah menjadwalkan pengambilan sampah di tiap departemen, termasuk untuk limbah elektronik habis pakai. Sedangkan untuk barang inventaris tidak dapat dipindahkan langsung ke ITS pusat.

Aspek Kelembagaan

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Administrasi	Perizinan pengelolaan limbah B3 kepada instansi berwenang (Dinas Lingkungan Hidup)	3	Belum terdapat izin pengelolaan limbah B3.
		Inventarisasi limbah elektronik oleh tenaga kependidikan (tendik) ITS	1	Inventarisasi limbah elektronik sudah dilakukan.
		Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3 (pengumpul, pengolah, atau penimbun limbah B3)	3	Belum terdapat kontrak kerjasama dengan pihak ke 3.
2.	Tugas pokok dan fungsi	Struktur organisasi	1	Sudah terdapat struktur organisasi yang jelas.
		Deskripsi tupoksi	1	Sudah terdapat deskripsi tupoksi untuk tenaga kependidikan. Deskripsi sudah jelas dan dapat dipahami oleh tenaga kependidikan dalam melaksanakan pekerjaan.
		Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja	1	Sudah terdapat SOP kerja kepada setiap tendik.
3.	Sumber Daya Manusia	Latar belakang pendidikan tendik	3	Belum terdapat bagian khusus untuk penanganan limbah elektronik ataupun limbah B3, sehingga tendik yang menangani limbah elektronik tidak memiliki basis ilmu pengelolaan limbah B3.
		Pelatihan pengelolaan limbah B3	3	Belum pernah diadakan pelatihan kepada tendik terkait pengelolaan limbah B3.
		Pengawasan kepada tendik	1	Sudah terdapat pengawasan kepada tendik dengan SOP.

3. Departemen Teknik Geofisika ITS

Aspek Teknis

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Pengadaan Barang Elektronik	Kualitas barang elektronik	Merk/Brand barang elektronik	2	Terdapat beberapa alat laboratorium dengan merk yang belum sesuai dengan kebutuhan departemen.
			Tahun produksi barang elektronik	2	Sebagian barang elektronik merupakan seri lama, karena merupakan barang hibah dari departemen lain.
			Spesifikasi barang elektronik	2	Terdapat beberapa alat laboratorium dengan spesifikasi yang belum sesuai dengan kebutuhan departemen.
		Kuantitas barang elektronik	-	2	Kuantitas barang elektronik masih kurang, terutama untuk peralatan laboratorium.
		Harga barang elektronik	-	2	Harga barang elektronik masih menjadi kendala dalam pengadaan barang.
2.	Penggunaan dan Perawatan Barang Elektronik	Penggunaan barang sesuai prosedur	-	1	Sudah terdapat pembiasaan penggunaan barang elektronik sesuai dengan prosedur terutama untuk alat-alat laboratorium.
		Perawatan barang elektronik	-	2	Beberapa barang elektronik belum memiliki lembaga resmi untuk perawatannya.
3.	Pemanfaatan Limbah Elektronik	*Reuse*	-	3	Belum terdapat upaya reuse.
		Recycle and Recovery	-	2	Terdapat upaya untuk recovery limbah elektronik namun belum terdapat SOP tertulis.
4.	Pra-Penyimpanan Limbah Elektronik	Pelabelan limbah	-	3	Belum terdapat label limbah B3 pada limbah elektronik.
		Pemilahan limbah	-	1	Pemilahan sudah dilakukan untuk limbah AC dan kipas angin.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
5.	Penyimpanan Limbah Elektronik	Kapasitas ruang penyimpanan	-	1	Ruang penyimpanan mampu untuk menampung limbah elektronik.
		Kondisi ruang penyimpanan	Ruang penyimpanan terlindung dari air hujan/kebocoran	1	Sudah terdapat atap dengan kondisi baik yang dapat melindungi ruang penyimpanan dari air hujan, dan tidak terdapat kebocoran.
			Ruang penyimpanan terlindung dari sinar matahari	1	Sudah terdapat atap dengan kondisi baik yang dapat melindungi ruang penyimpanan dari sinar matahari.
			Ventilasi ruang penyimpanan	1	Ventilasi sudah memenuhi luas minimal sesuai SNI 03-6572-2001 untuk ventilasi alami.
			Penerangan ruang penyimpanan	3	Tidak terdapat lampu penerangan, dan sinar matahari hanya dapat masuk bila pintu terbuka.
		Peletakan limbah elektronik	-	1	Jumlah limbah elektronik sedikit sehingga peletakan limbah tidak terlalu mempengaruhi kondisi ruang penyimpanan. Limbah elektronik sudah diletakkan dan ditumpuk sesuai jenisnya.
		Alat penanggulangan keadaan darurat	-	3	Belum terdapat alat penanggulangan keadaan darurat di sekitar ruang penyimpanan.
		Waktu penyimpanan	-	3	Belum terdapat batas waktu penyimpanan untuk limbah elektronik karena menunggu adanya pemutihan, sehingga limbah elektronik bisa disimpan bertahun-tahun di ruang penyimpanan.
		Pemeliharaan ruang penyimpanan	Inspeksi limbah elektronik	2	Inspeksi limbah elektronik dilakukan namun tidak rutin.
			Pembersihan ruang penyimpanan	2	Ruang penyimpanan belum sepenuhnya terawat, masih terdapat banyak debu dan kotor.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
			Perbaikan ruang penyimpanan	1	Kondisi fisik ruang penyimpanan masih bagus, tidak terdapat kerusakan dari fisik bangunan.
6.	Pengumpulan Limbah Elektronik	Waktu pemutihan limbah	-	3	Waktu pemutihan tidak tetap menyebabkan pihak departemen tidak dapat melakukan penanganan terhadap limbah elektronik inventaris karena merupakan aset negara.
		Pemindahan limbah (departemen ke ITS pusat)	-	2	Pemindahan limbah elektronik untuk barang habis pakai sudah terlaksana dengan baik.

Aspek Kelembagaan

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikaotr	Skor	Justifikasi
1.	Administrasi	Perizinan pengelolaan limbah B3 kepada instansi berwenang (Dinas Lingkungan Hidup)	3	Belum terdapat perizinan pengelolaan limbah B3.
		Inventarisasi limbah elektronik oleh tenaga kependidikan (tendik) ITS	1	Inventarisasi limbah elektronik sudah dilakukan.
		Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3 (pengumpul, pengolah, atau penimbun limbah B3)	3	Belum terdapat kontrak kerjasam dengan pihak k 3
2.	Tugas pokok dan fungsi	Struktur organisasi	1	Sudah terdapat struktur organisasi yang jelas.
		Deskripsi tupoksi	1	Sudah terdapat deskripsi tupoksi untuk tenaga kependidikan. Deskripsi sudah jelas dan dapat dipahami oleh tenaga kependidikan dalam melaksanakan pekerjaan.
		Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja	1	Sudah terdapat SOP dan SOP dilaksanakan dengan baik oleh tendik.
3.	Sumber Daya Manusia	Latar belakang pendidikan tendik	3	Belum terdapat bagian khusus untuk penanganan limbah elektronik ataupun limbah B3, sehingga tendik yang menangani limbah elektronik tidak memiliki basis ilmu pengelolaan limbah B3.
		Pelatihan pengelolaan limbah B3	3	Belum pernah diadakan pelatihan kepada tendik terkait pengelolaan limbah B3.
		Pengawasan kepada tendik	1	Sudah terdapat sistem pengawasan yang baik terhadap tendik, ada kewajiban untuk membuat laporan tiap jangka waktu tertentu.

4. Departemen Biologi ITS

Aspek Teknis

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Pengadaan Barang Elektronik	Kualitas barang elektronik	Merk/Brand barang elektronik	2	Terdapat beberapa alat laboratorium dengan merk yang belum sesuai dengan kebutuhan departemen.
			Tahun produksi barang elektronik	2	Sebagian barang elektronik merupakan seri lama.
			Spesifikasi barang elektronik	2	Terdapat beberapa alat laboratorium dengan spesifikasi yang belum sesuai dengan kebutuhan departemen.
		Kuantitas barang elektronik	-	2	Kuantitas barang elektronik masih kurang, terutama untuk peralatan laboratorium.
		Harga barang elektronik	-	2	Harga barang elektronik masih menjadi kendala dalam pengadaan barang.
2.	Penggunaan dan Perawatan Barang Elektronik	Penggunaan barang sesuai prosedur	-	2	Pengguanaan barang elektronik terutama untuk laboratorium selalu diupayakan agar sesuai dengan prosedur.
		Perawatan barang elektronik	-	2	Perawatan dilakukan namun tidak memiliki jadwal yang rutin.
3.	Pemanfaatan Limbah Elektronik	*Reuse*	-	3	Belum terdapat upaya reuse.
		Recycle and Recovery	-	2	Terdapat upaya recovery limbah namun tidak terdapat SOP.
4.	Pra-Penyimpanan Limbah Elektronik	Pelabelan limbah	-	3	Belum terdapat label limbah B3 pada limbah elektronik.
		Pemilahan limbah	-	3	Belum dilakukan pemilahan limbah elektronik.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
5.	Penyimpanan Limbah Elektronik	Kapasitas ruang penyimpanan	-	3	Ruang penyimpanan mampu untuk menampung limbah elektronik, namun isi ruangan terlalu padat dan tidak menyisakan ruang untuk jalan.
		Kondisi ruang penyimpanan	Ruang penyimpanan terlindung dari air hujan/kebocoran	1	Sudah terdapat atap dengan kondisi baik yang dapat melindungi ruang penyimpanan dari air hujan, dan tidak terdapat kebocoran.
			Ruang penyimpanan terlindung dari sinar matahari	1	Sudah terdapat atap dengan kondisi baik yang dapat melindungi ruang penyimpanan dari sinar matahari.
			Ventilasi ruang penyimpanan	3	Ventilasi belum memenuhi luas minimal sesuai SNI 03-6572-2001 untuk ventilasi alami.
			Penerangan ruang penyimpanan	3	Lampu penerangan tidak dapat difungsikan.
		Peletakan limbah elektronik	-	3	Jumlah limbah yang banyak menyebabkan limbah diletakkan secara sembarangan dan ditumpuk tanpa menggunakan rak hingga setinggi 1,5 meter.
		Alat penanggulangan keadaan darurat	-	3	Belum terdapat alat penanggulangan keadaan darurat di sekitar ruang penyimpanan.
		Waktu penyimpanan	-	3	Belum terdapat batas waktu penyimpanan untuk limbah elektronik karena menunggu adanya pemutihan, sehingga limbah elektronik bisa disimpan bertahun-tahun di ruang penyimpanan.
		Pemeliharaan ruang penyimpanan	Inspeksi limbah elektronik	3	Belum dilakukan inspeksi limbah elektronik.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
			Pembersihan ruang penyimpanan	3	Ruang penyimpanan tidak terawat, sangat kotor dan berdebu.
			Perbaikan ruang penyimpanan	1	Kondisi fisik ruang penyimpanan masih bagus.
6.	Pengumpulan Limbah Elektronik	Waktu pemutihan limbah	-	3	Waktu pemutihan tidak tetap menyebabkan pihak departemen tidak dapat melakukan penanganan terhadap limbah elektronik inventaris karena merupakan aset negara.
		Pemindahan limbah (departemen ke ITS pusat)	-	2	Pemindahan limbah elektronik untuk barang habis pakai sudah terlaksana dengan baik.

Aspek Kelembagaan

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Administrasi	Perizinan pengelolaan limbah B3 kepada instansi berwenang (Dinas Lingkungan Hidup)	3	Belum terdapat izin pengelolaan limbah B3.
		Inventarisasi limbah elektronik oleh tenaga kependidikan (tendik) ITS	1	Inventarisasi limbah elektronik sudah dilakukan.
		Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3 (pengumpul, pengolah, atau penimbun limbah B3)	3	Belum terdapat kontrak kerjasama dengan pihak ke 3.
2.	Tugas pokok dan fungsi	Struktur organisasi	1	Sudah terdapat struktur organisasi yang jelas.
		Deskripsi tupoksi	1	Sudah terdapat deskripsi tupoksi untuk tenaga kependidikan. Deskripsi sudah jelas dan dapat dipahami oleh tenaga kependidikan dalam melaksanakan pekerjaan.
		Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja	1	Sudah terdapat SOP kerja untuk masing-masing tendik.
3.	Sumber Daya Manusia	Latar belakang pendidikan tendik	3	Belum terdapat bagian khusus untuk penanganan limbah elektronik ataupun limbah B3, sehingga tendik yang menangani limbah elektronik tidak memiliki basis ilmu pengelolaan limbah B3.
		Pelatihan pengelolaan limbah B3	3	Belum pernah diadakan pelatihan kepada tendik terkait pengelolaan limbah B3.
		Pengawasan terhadap tendik	2	Pengawasan telah dilakukan namun belum terdapat SOP.

5. Departemen Sistem Informasi ITS

Aspek Teknis

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Pengadaan Barang Elektronik	Kualitas barang elektronik	Merk/Brand barang elektronik	1	Sebagian besar barang elektronik sudah menggunakan merk yang sesuai dengan kebutuhan departemen.
			Tahun produksi barang elektronik	1	Barang elektronik yang ada sudah merupakan seri terbaru.
			Spesifikasi barang elektronik	2	Beberapa barang elektronik belum memiliki spesifikasi yang dibutuhkan departemen.
		Kuantitas barang elektronik	-	1	Barang elektronik sudah mencukupi kebutuhan departemen..
		Harga barang elektronik	-	2	Harga barang elektronik masih menjadi permasalahan dalam pengadaan barang.
2.	Penggunaan dan Perawatan Barang Elektronik	Penggunaan barang sesuai prosedur	-	2	Penggunaan barang sudah sesuai dengan prosedur pada beberapa barang elektronik yang mudah diawasi.
		Perawatan barang elektronik	-	2	Perawatan sudah dilakukan namun tidak terdapat jadwal rutin.
3.	Pemanfaatan Limbah Elektronik	*Reuse*	-	3	Belum terdapat upaya reuse.
		Recycle and Recovery	-	2	Terdapat upaya recovery namun tidak terdapat SOP.
4.	Pra-Penyimpanan Limbah Elektronik	Pelabelan limbah	-	3	Belum terdapat label limbah B3 pada limbah elektronik.
		Pemilahan limbah	-	3	Belum dilakukan pemilahan limbah elektronik.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
5.	Penyimpanan Limbah Elektronik	Kapasitas ruang penyimpanan	-	3	Ruang penyimpanan mampu untuk menampung limbah elektronik, namun isi ruangan terlalu padat dan tidak menyisakan ruang untuk jalan.
		Kondisi ruang penyimpanan	Ruang penyimpanan terlindung dari air hujan/kebocoran	3	Terdapat lubang pada atap sehingga air hujan dapat masuk ke dalam ruang penyimpanan.
			Ruang penyimpanan terlindung dari sinar matahari	2	Terdapat lubang pada atap sehingga sinar matahari dapat masuk secar langsung kedalam ruang.
			Ventilasi ruang penyimpanan	2	Ventilasi sudah memenuhi luas minimal sesuai SNI 03-6572-2001 untuk ventilasi alami.
			Penerangan ruang penyimpanan	3	Lampu penerangan tidak dapat difungsikan.
		Peletakan limbah elektronik	-	3	Jumlah limbah yang banyak menyebabkan limbah diletakkan secara sembarangan dan ditumpuk tanpa menggunakan rak hingga setinggi 1,5 meter.
		Alat penanggulangan keadaan darurat	-	3	Belum terdapat alat penanggulangan keadaan darurat di sekitar ruang penyimpanan.
		Waktu penyimpanan	-	3	Belum terdapat batas waktu penyimpanan untuk limbah elektronik karena menunggu adanya pemutihan, sehingga limbah elektronik bisa disimpan bertahun-tahun di ruang penyimpanan.
		Pemeliharaan ruang penyimpanan	Inspeksi limbah elektronik	2	Inspeksi sudah dilakukan namun tidak terdapat jadwal tetap.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
			Pembersihan ruang penyimpanan	3	Ruang penyimpanan tidak terawat, sangat kotor dan berdebu.
			Perbaikan ruang penyimpanan	3	Terjadi kerusakan lampu dan atap ruangan, namun belum dilakukan perbaikan ruang penyimpanan.
6.	Pengumpulan Limbah Elektronik	Waktu pemutihan limbah	-	3	Waktu pemutihan tidak tetap menyebabkan pihak departemen tidak dapat melakukan penanganan terhadap limbah elektronik inventaris karena merupakan aset negara.
		Pemindahan limbah (departemen ke ITS pusat)	-	2	Pemindahan limbah elektronik untuk barang habis pakai sudah terlaksana dengan baik. Dari pihak ITS sudah menjadwalkan pengambilan sampah di tiap departemen, termasuk untuk limbah elektronik habis pakai. Sedangkan untuk barang inventaris tidak dapat dipindahkan langsung ke ITS pusat.

Aspek Kelembagaan

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Administrasi	Perizinan pengelolaan limbah B3 kepada instansi berwenang (Dinas Lingkungan Hidup)	3	Belum terdapat izin pengelolaan limbah B3.
		Inventarisasi limbah elektronik oleh tenaga kependidikan (tendik) ITS	1	Inventarisasi limbah elektronik sudah dilakukan.
		Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3 (pengumpul, pengolah, atau penimbun limbah B3)	3	Belum terdapat kerjasama dengan pihak ke 3.
2.	Tugas pokok dan fungsi	Struktur organisasi	1	Sudah terdapat struktur organisasi yang jelas.
		Deskripsi tupoksi	1	Sudah terdapat deskripsi tupoksi untuk tenaga kependidikan. Deskripsi sudah jelas dan dapat dipahami oleh tenaga kependidikan dalam melaksanakan pekerjaan.
		Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja	1	Sudah terdapat SOP untuk setiap tendik.
3.	Sumber Daya Manusia	Latar belakang pendidikan tendik	3	Belum terdapat bagian khusus untuk penanganan limbah elektronik ataupun limbah B3, sehingga tendik yang menangani limbah elektronik tidak memiliki basis ilmu pengelolaan limbah B3.
		Pelatihan pengelolaan limbah B3	3	Belum pernah diadakan pelatihan kepada tendik terkait pengelolaan limbah B3.
		Pengawasan kepada tendik	2	Sudah terdapat pengawasan namun tidak ada SOP pengawasan.

6. Departemen Teknik Kelautan ITS

Aspek Teknis

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Pengadaan Barang Elektronik	Kualitas barang elektronik	Merk/Brand barang elektronik	1	Departemen sudah menggunakan barang elektronik dengan merk yang sesuai dengan kebutuhan.
			Tahun produksi barang elektronik	1	Barang elektronik yang digunakan sudah merupakan tahun produksi baru.
			Spesifikasi barang elektronik	1	Spesifikasi barang elektronik yang dimiliki sudah sesuai dengan kebutuhan departemen.
		Kuantitas barang elektronik	-	2	Masih terdapat kekurangan jumlah barang elektronik pada beberapa laboratorium.
		Harga barang elektronik	-	1	Harga barang elektronik tidak menjadi permasalahan dalam pengadaan barang.
2.	Penggunaan dan Perawatan Barang Elektronik	Penggunaan barang sesuai prosedur	-	1	Barang elektronik sudah digunakan sesuai dengan prosedur.
		Perawatan barang elektronik	-	2	Perawatan sudah dilakukan namun tidak terdapat jadwal rutin.
3.	Pemanfaatan Limbah Elektronik	*Reuse*	-	3	Belum terdapat upaya reuse.
		Recycle and Recovery	-	2	Terdapat upaya untuk recovery limbah elektronik, namun tidak terdapat SOP.
4.	Pra-Penyimpanan Limbah Elektronik	Pelabelan limbah (jenis, merk dan tipe, kode barang, tahun dapat, tahun rusak dan lain-lain)	-	3	Sebagian besar limbah elektronik tidak memiliki label sehingga tidak diketahui jenis, kode, merk dan tipe, tahun perolehan, dan tahun pembuangan barang.
		Pemilahan limbah	-	3	Belum dilakukan pemilahan limbah elektronik.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
5.	Penyimpanan Limbah Elektronik	Kapasitas ruang penyimpanan	-	3	Ruang penyimpanan mampu untuk menampung limbah elektronik, namun isi ruangan terlalu padat dan tidak menyisakan ruang untuk jalan.
		Kondisi ruang penyimpanan	Ruang penyimpanan terlindung dari air hujan/kebocoran	1	Atap ruangan dapat melindungian ruang penyimpanan dari air hujan dan tidak ditemukan adanya kebocoran.
			Ruang penyimpanan terlindung dari sinar matahari	1	Atap ruangan dapat melindungi ruang penyimpanan dari sinar matahari secara langsung.
			Ventilasi ruang penyimpanan	3	Tidak terdapat ventilasi ruangan.
			Penerangan ruang penyimpanan	3	Lampu penerangan tidak dapat difungsikan.
		Peletakan limbah elektronik	-	3	Jumlah limbah yang banyak menyebabkan limbah diletakkan secara sembarangan dan ditumpuk tanpa menggunakan rak hingga setinggi 2,5 meter.
		Alat penanggulangan keadaan darurat	-	3	Belum terdapat alat penanggulangan keadaan darurat di sekitar ruang penyimpanan.
		Waktu penyimpanan	-	3	Belum terdapat batas waktu penyimpanan untuk limbah elektronik karena menunggu adanya pemutihan, sehingga limbah elektronik bisa disimpan bertahun-tahun di ruang penyimpanan.
		Pemeliharaan ruang penyimpanan	Inspeksi limbah elektronik	2	Telah dilakukan inspeksi limbah elektronik namun tidak terdapat jadwal rutin.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
			Pembersihan ruang penyimpanan	3	Ruang penyimpanan tidak terawat, sangat kotor dan berdebu.
			Perbaikan ruang penyimpanan	3	Terjadi kerusakan lampu, namun belum dilakukan perbaikan ruang penyimpanan.
6.	Pengumpulan Limbah Elektronik	Waktu pemutihan limbah	-	3	Waktu pemutihan tidak tetap menyebabkan pihak departemen tidak dapat melakukan penanganan terhadap limbah elektronik inventaris karena merupakan aset negara.
		Pemindahan limbah (departemen ke ITS pusat)	-	2	Pemindahan limbah elektronik untuk barang habis pakai sudah terlaksana dengan baik. Dari pihak ITS sudah menjadwalkan pengambilan sampah di tiap departemen, termasuk untuk limbah elektronik habis pakai. Sedangkan untuk barang inventaris tidak dapat dipindahkan langsung ke ITS pusat.

Aspek Kelembagaan

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Administrasi	Perizinan pengelolaan limbah B3 kepada instansi berwenang (Dinas Lingkungan Hidup)	3	Belum terdapat izin pengelolaan limbah B3.
		Inventarisasi limbah elektronik oleh tenaga kependidikan (tendik) ITS	1	Inventarisasi limbah elektronik sudah dilakukan.
		Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3 (pengumpul, pengolah, atau penimbun limbah B3)	3	Belum terdapat kontrak kerjasama dengan pihak ke 3.
2.	Tugas pokok dan fungsi	Struktur organisasi	1	Sudah terdapat struktur organisasi yang jelas.
		Deskripsi tupoksi	1	Sudah terdapat deskripsi tupoksi untuk tenaga kependidikan. Deskripsi sudah jelas dan dapat dipahami oleh tenaga kependidikan dalam melaksanakan pekerjaan.
		Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja	2	Sudah terdapat SOP kepada setiap tendik, namun pelaksanaannya belum sesuai.
3.	Sumber Daya Manusia	Latar belakang pendidikan tendik	3	Belum terdapat bagian khusus untuk penanganan limbah elektronik ataupun limbah B3, sehingga tendik yang menangani limbah elektronik tidak memiliki basis ilmu pengelolaan limbah B3.
		Pelatihan pengelolaan limbah B3	3	Belum pernah diadakan pelatihan kepada tendik terkait pengelolaan limbah B3.
		Pengawasan kepada tendik	1	Sudah dilakukan pengawasan dan terdapat SOP pengawasan.

7. Departemen Teknik Elektro ITS

Aspek Teknis

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Pengadaan Barang Elektronik	Kualitas barang elektronik	Merk/Brand barang elektronik	1	Departemen sudah menggunakan barang elektronik dengan merk yang sesuai dengan kebutuhan.
			Tahun produksi barang elektronik	1	Barang elektronik yang digunakan sudah merupakan tahun produksi baru.
			Spesifikasi barang elektronik	1	Spesifikasi barang elektronik yang dimiliki sudah sesuai dengan kebutuhan departemen.
		Kuantitas barang elektronik	-	2	Masih terdapat kekurangan jumlah barang elektronik pada beberapa laboratorium.
		Harga barang elektronik	-	1	Harga barang elektronik tidak menjadi permasalahan dalam pengadaan barang.
2.	Penggunaan dan Perawatan Barang Elektronik	Penggunaan barang sesuai prosedur	-	2	Beberapa barang elektronik sudah digunakan sesuai dengan prosedur.
		Perawatan barang elektronik	-	2	Perawatan sudah dilakukan namun tidak terdapat jadwal rutin.
3.	Pemanfaatan Limbah Elektronik	*Reuse*	-	3	Belum terdapat upaya reuse.
		Recycle and Recovery	-	2	Terdapat upaya untuk recovery limbah elektronik, namun tidak terdapat SOP.
4.	Pra-Penyimpanan Limbah Elektronik	Pelabelan limbah	-	3	Belum terdapat label limbah B3 pada limbah elektronik.
		Pemilahan limbah	-	3	Belum dilakukan pemilahan limbah elektronik.
5.	Penyimpanan Limbah Elektronik	Kapasitas ruang penyimpanan	-	3	Ruang penyimpanan mampu untuk menampung limbah elektronik, namun isi ruangan terlalu padat dan tidak menyisakan ruang untuk jalan.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
		Kondisi ruang penyimpanan	Ruang penyimpanan terlindung dari air hujan/kebocoran	2	Atap ruangan dapat melindungian ruang penyimpanan dari air hujan namun dinding tidak dapat melindungi ruang penyimpanan dari air hujan dengan baik karena menggunakan jarring besi.
			Ruang penyimpanan terlindung dari sinar matahari	1	Atap ruangan dapat melindungi ruang penyimpanan dari sinar matahari secara langsung.
			Ventilasi ruang penyimpanan	1	Dinding tidak tertutup karena menggunakan jarring besi, sehingga terdapat sirkulasi udara yang baik.
			Penerangan ruang penyimpanan	1	Terdapat penerangan dari lampu dan sinar matahari.
		Peletakan limbah elektronik	-	3	Jumlah limbah yang banyak menyebabkan limbah diletakkan secara sembarangan dan ditumpuk tanpa menggunakan rak hingga setinggi 1,5 meter.
		Alat penanggulangan keadaan darurat	-	3	Belum terdapat alat penanggulangan keadaan darurat di sekitar ruang penyimpanan.
		Waktu penyimpanan	-	3	Belum terdapat batas waktu penyimpanan untuk limbah elektronik karena menunggu adanya pemutihan, sehingga limbah elektronik bisa disimpan bertahun-tahun di ruang penyimpanan.
		Pemeliharaan ruang penyimpanan	Inspeksi limbah elektronik	2	Telah dilakukan inspeksi limbah elektronik namun tidak terdapat jadwal rutin.
			Pembersihan ruang penyimpanan	3	Ruang penyimpanan tidak terawat, sangat kotor dan berdebu.

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Sub-Indikator	Skor	Justifikasi
			Perbaikan ruang penyimpanan	1	Tidak terdapat kerusakan pada kondisi fisik ruangan.
6.	Pengumpulan Limbah Elektronik	Waktu pemutihan limbah	-	3	Waktu pemutihan tidak tetap menyebabkan pihak departemen tidak dapat melakukan penanganan terhadap limbah elektronik inventaris karena merupakan aset negara.
		Pemindahan limbah (departemen ke ITS pusat)	-	2	Pemindahan limbah elektronik untuk barang habis pakai sudah terlaksana dengan baik. Dari pihak ITS sudah menjadwalkan pengambilan sampah di tiap departemen, termasuk untuk limbah elektronik habis pakai. Sedangkan untuk barang inventaris tidak dapat dipindahkan langsung ke ITS pusat.

Aspek Kelembagaan

No.	Pengelolaan Limbah Elektronik	Indikator	Skor	Justifikasi
1.	Administrasi	Perizinan pengelolaan limbah B3 kepada instansi berwenang (Dinas Lingkungan Hidup)	3	Belum terdapat izin pengelolaan limbah B3.
		Inventarisasi limbah elektronik oleh tenaga kependidikan (tendik) ITS	1	Inventarisasi limbah elektronik sudah dilakukan.
		Kontrak kerjasama dengan pihak ke 3 (pengumpul, pengolah, atau penimbun limbah B3)	3	Belum terdapat kontrak kerjasama dengan pihak ke 3.
2.	Tugas pokok dan fungsi	Struktur organisasi	1	Sudah terdapat struktur organisasi yang jelas.
		Deskripsi tupoksi	1	Sudah terdapat deskripsi tupoksi untuk tenaga kependidikan. Deskripsi sudah jelas dan dapat dipahami oleh tenaga kependidikan dalam melaksanakan pekerjaan.
		Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja	1	Sudah terdapat SOP kerja pada semua tendik.
3.	Sumber Daya Manusia	Latar belakang pendidikan tendik	3	Belum terdapat bagian khusus untuk penanganan limbah elektronik ataupun limbah B3, sehingga tendik yang menangani limbah elektronik tidak memiliki basis ilmu pengelolaan limbah B3.
		Pelatihan pengelolaan limbah B3	3	Belum pernah diadakan pelatihan kepada tendik terkait pengelolaan limbah B3.
		Pengawasan kepada tendik	2	Pengawasan sudah dilakukan namun belum terdapat SOP.

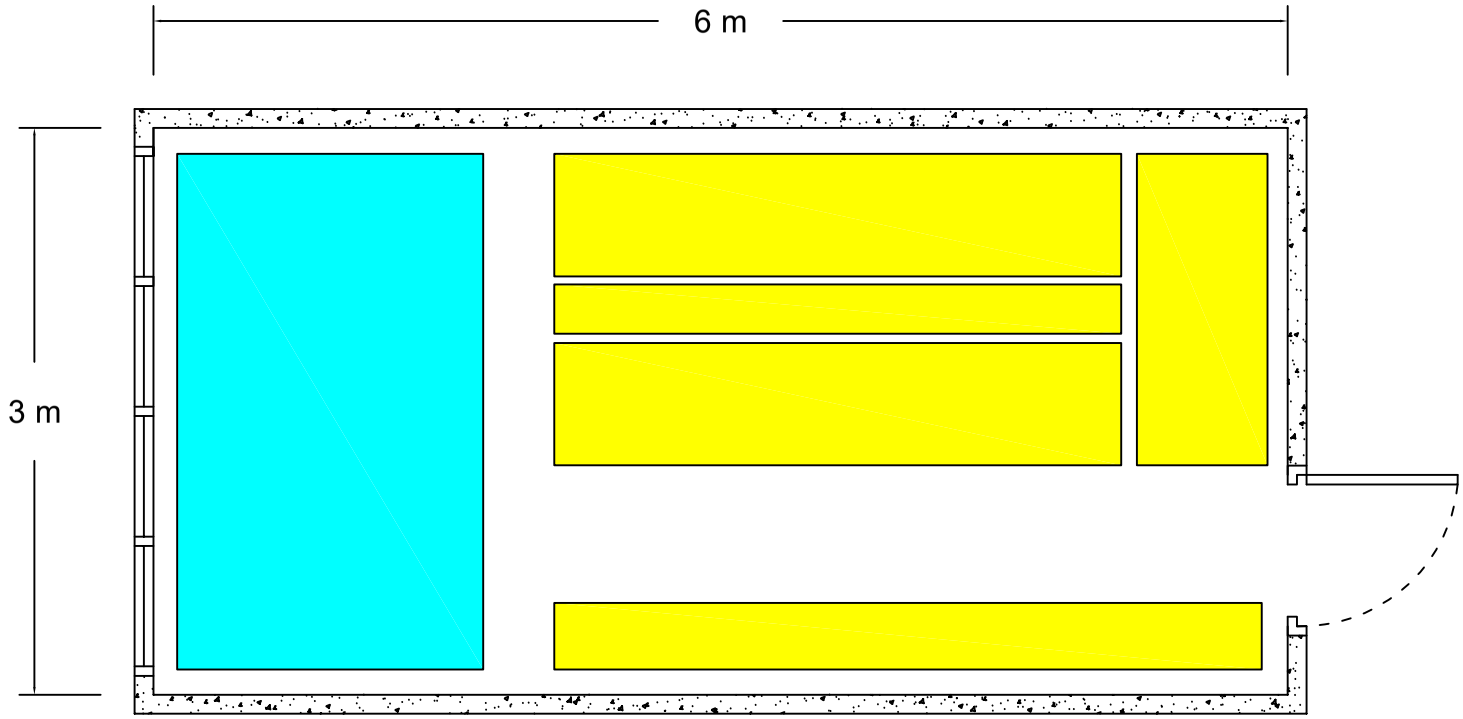
LAMPIRAN D
Perencanaan Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BIOGRAFI PENULIS

Penulis merupakan putra kelahiran Surakarta tepatnya pada tanggal 15 Oktober 1994. Penulis telah mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2001-2007 di SDK Untung Suropati II Sidoarjo. Kemudian dilanjutkan menempuh pendidikan tingkat menengah di SMPN 1 Sidoarjo pada tahun 2007-2010. Sedangkan pendidikan tingkat atas ditempuh di SMAN 1 Sidoarjo pada tahun 2010-2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan sarjana di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS, Surabaya pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3313 100 067.

Selama perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi mahasiswa Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) sebagai Kepala Departemen Sosial Masyarakat. Penulis juga pernah mendapat amanah sebagai ketua pelaksana kegiatan pengabdian masyarakat milik HMTL serta ikut dalam berbagai kepanitiaan kegiatan. Selain aktif di organisasi, penulis juga pernah menjadi asisten praktikum. Berbagai pelatihan dan seminar di bidang Teknik Lingkungan juga pernah diikuti penulis dalam rangka pengembangan diri. Penulis dapat dihubungi via email ignatiuschandrasetyanto@gmail.com.



Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik
Departemen Teknik Lingkungan ITS
Skala 1 : 40

Departemen

Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Legenda

- Limbah elektronik
- Limbah non-elektronik
- Dinding beton

Drafter

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

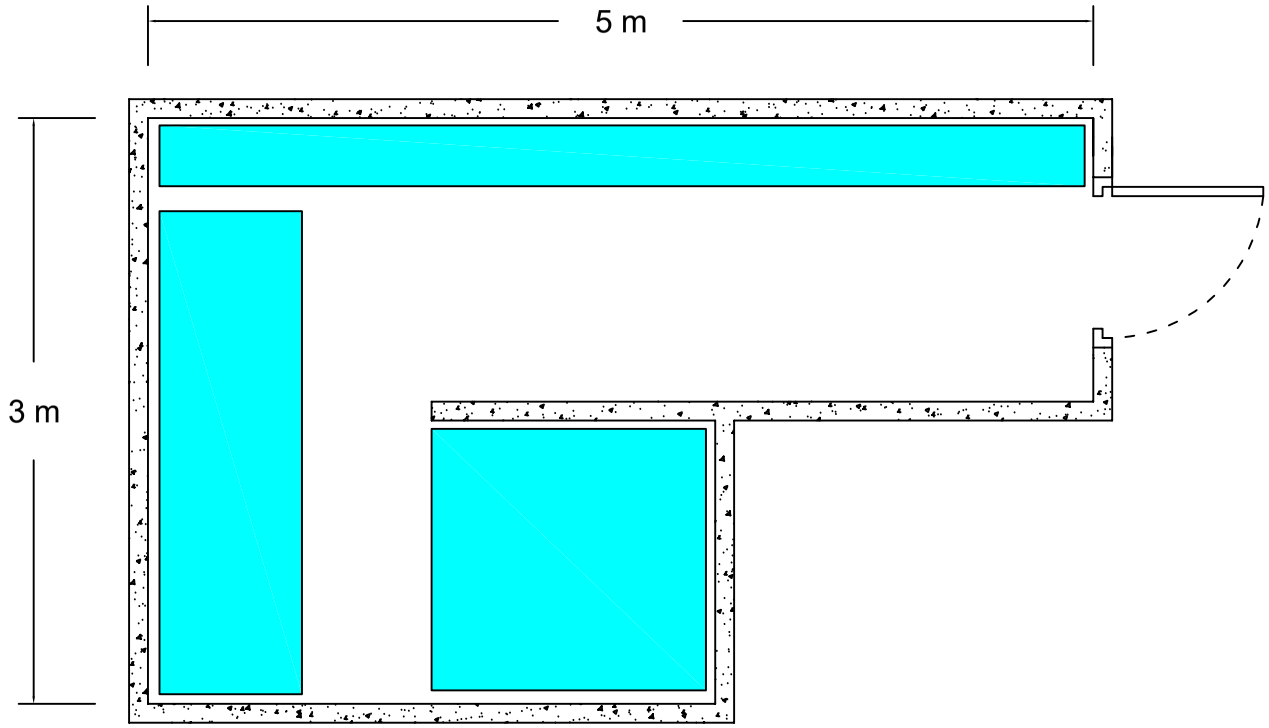
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

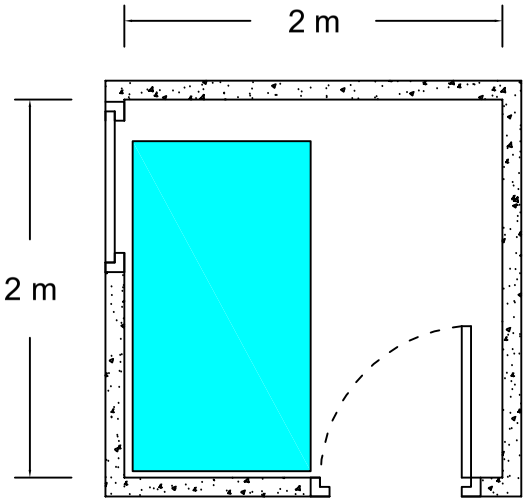
Judul Gambar

Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Lingkungan ITS

Skala	Nomor
1 : 40	4.4



Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik (a)
Departemen Arsitektur ITS
Skala 1 : 40



Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik (b)
Departemen Arsitektur ITS
Skala 1 : 40

Departemen

Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Legenda

Limbah elektronik

Dinding beton

Drafter

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

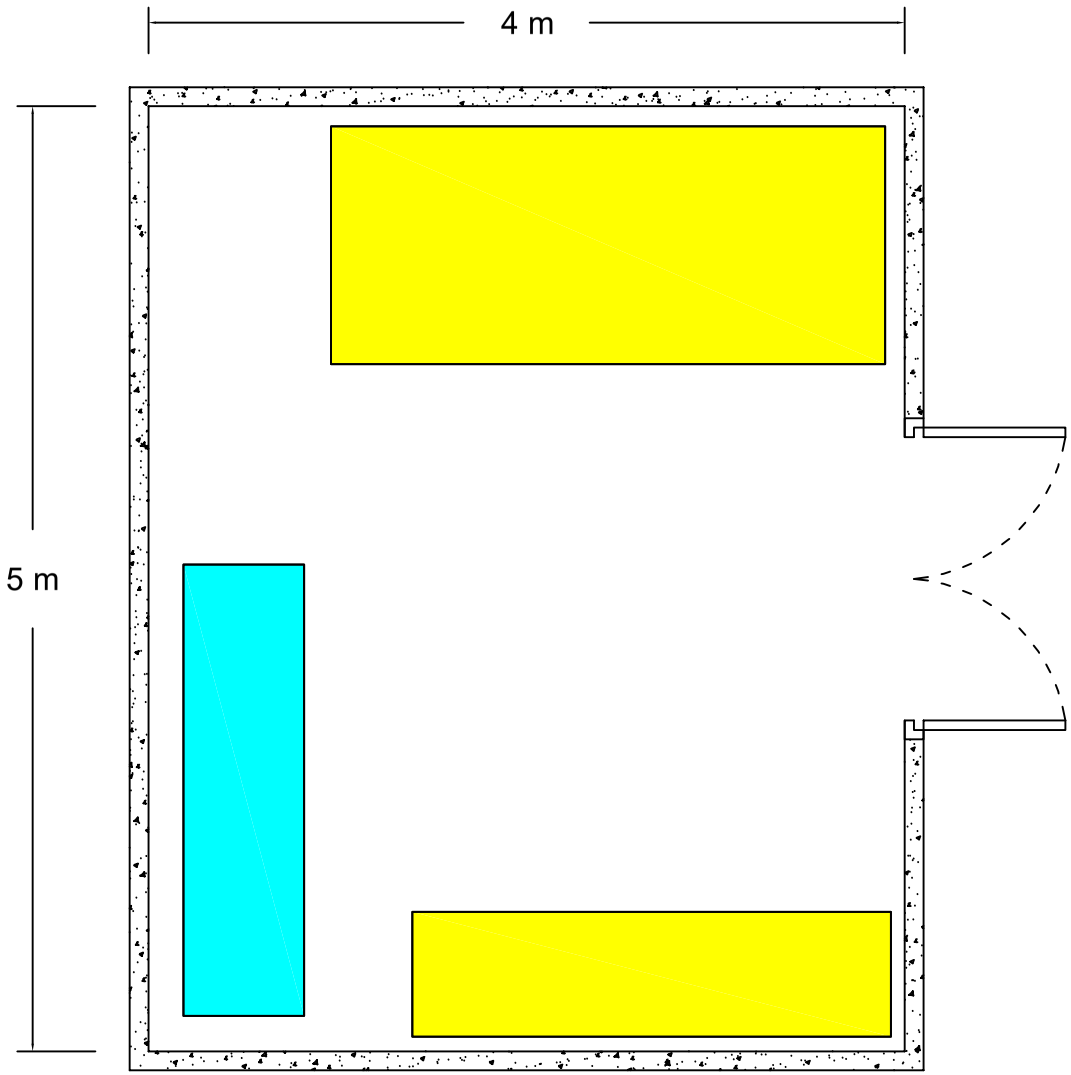
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

Judul Gambar

Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS

Skala	Nomor
1 : 40	(a) 4.12 (b) 4.13



Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik
Departemen Teknik Geofisika ITS
Skala 1 : 40

Departemen

Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Legenda

- Limbah elektronik
- Limbah non-elektronik
- Dinding beton

Drafter

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

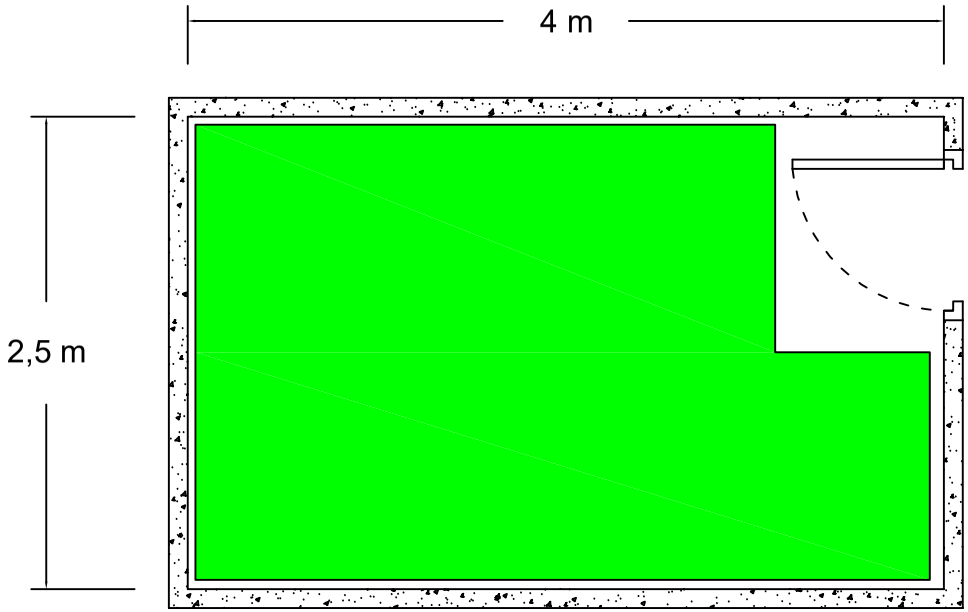
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

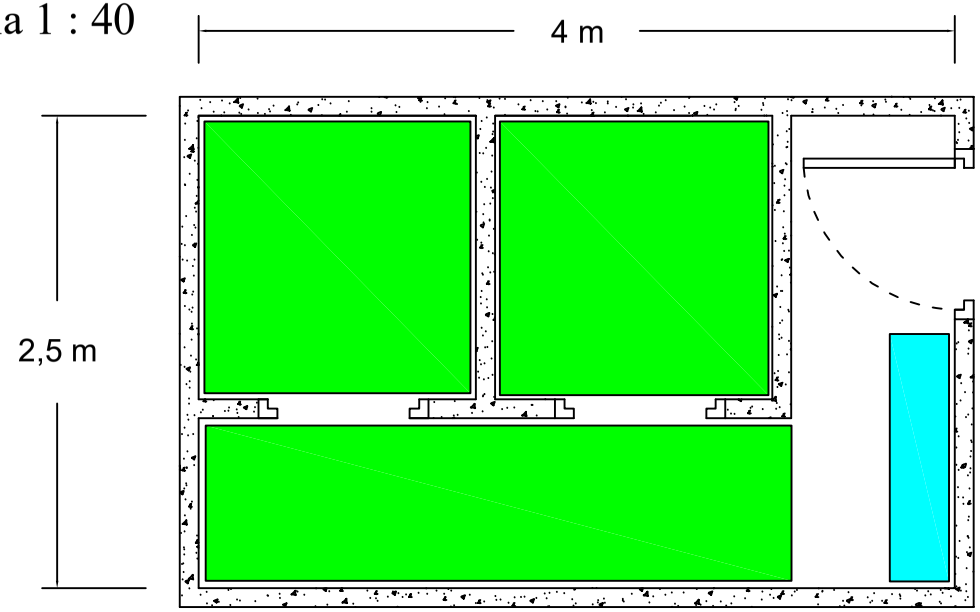
Judul Gambar

Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Geofisika ITS

Skala	Nomor
1 : 40	4.20



Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik (a)
Departemen Biologi ITS
Skala 1 : 40



Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik (b)
Departemen Biologi ITS
Skala 1 : 40

Departemen

Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Legenda

- Limbah elektronik
- Limbah campuran (elektronik dan non-elektronik)
- Dinding beton

Drafter

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

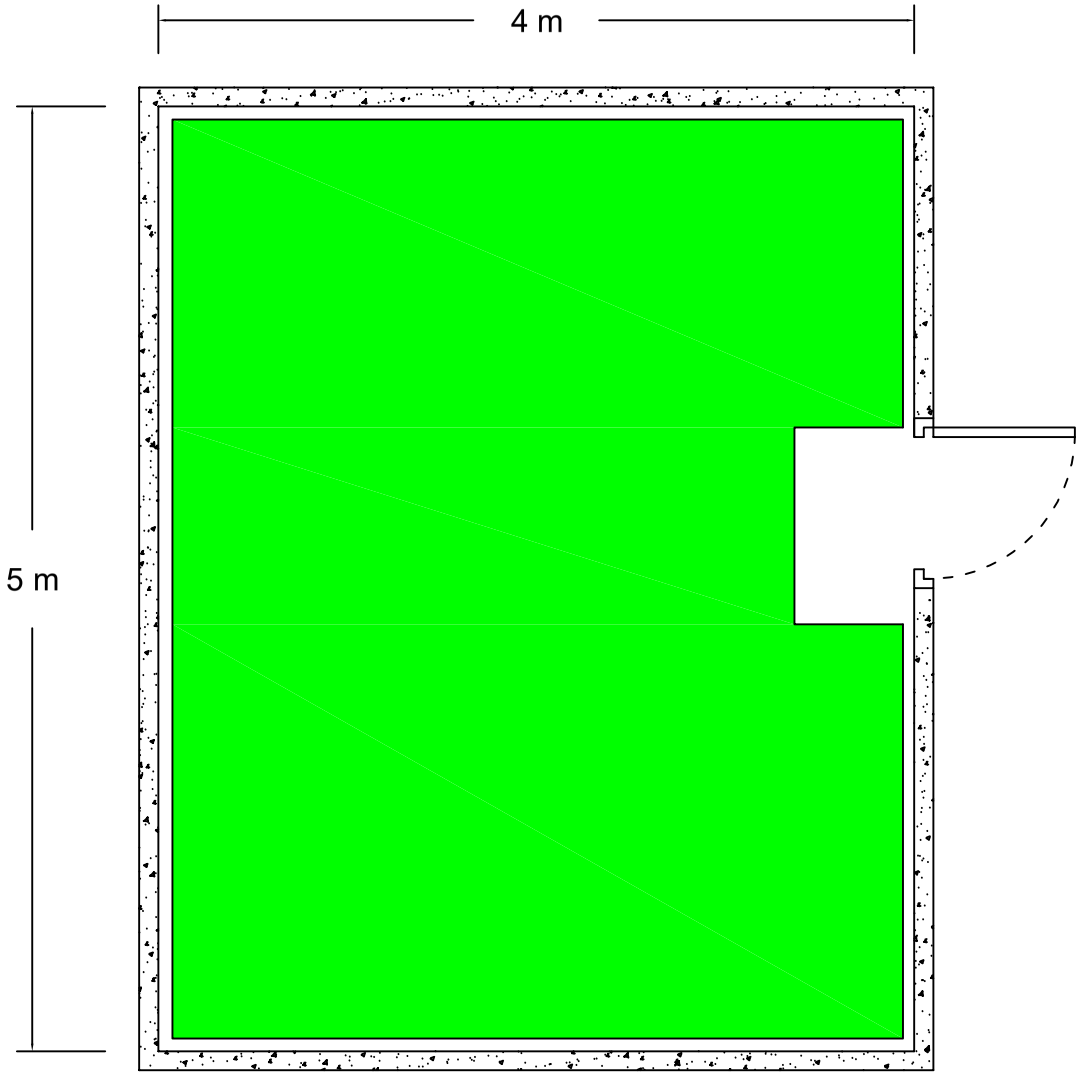
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

Judul Gambar

Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Biologi ITS

Skala	Nomor
1 : 40	(a) 4.25 (b) 4.26



Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik
Departemen Sistem Informasi ITS
Skala 1 : 40

Departemen

Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Legenda

Limbah campuran (elektronik dan non-elektronik

Dinding beton

Drafter

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

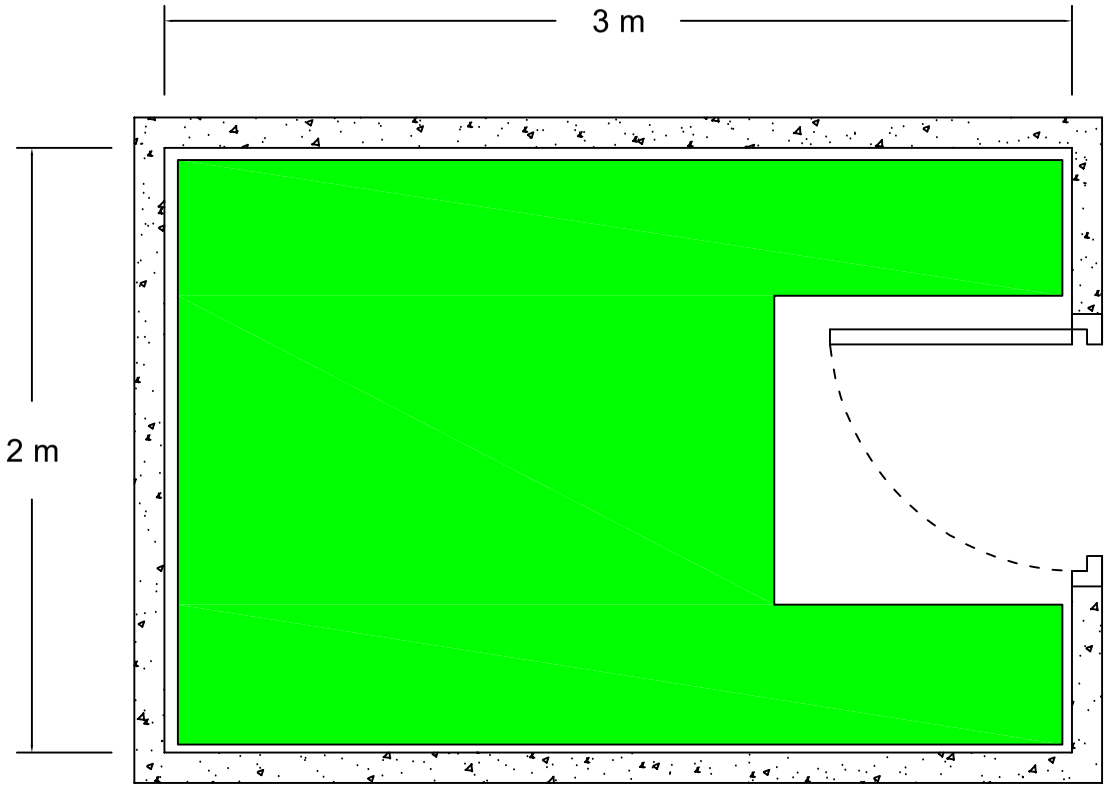
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

Judul Gambar

Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Sistem Informasi ITS

Skala	Nomor
1 : 40	4.31



Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik
Departemen Teknik Kelautan ITS
Skala 1 : 25

Departemen

Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Legenda

Limbah campuran (elektronik dan non-elektronik

Dinding beton

Drafter

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

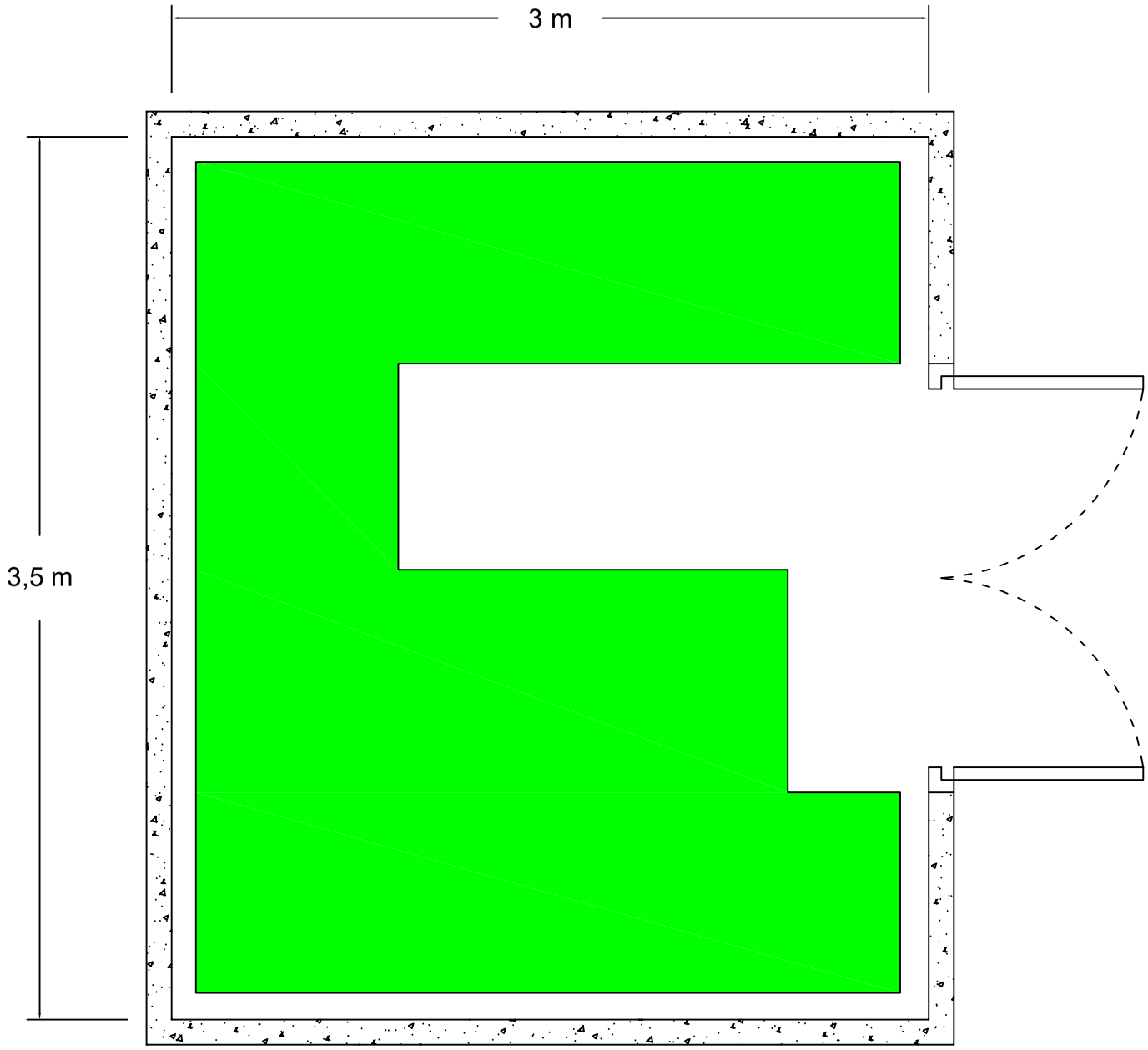
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

Judul Gambar

Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Kelautan ITS

Skala	Nomor
1 : 25	4.34



Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik
Departemen Teknik Elektro ITS
Skala 1 : 25

Departemen

Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Legenda

Limbah campuran (elektronik dan non-elektronik

Dinding beton

Drafter

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

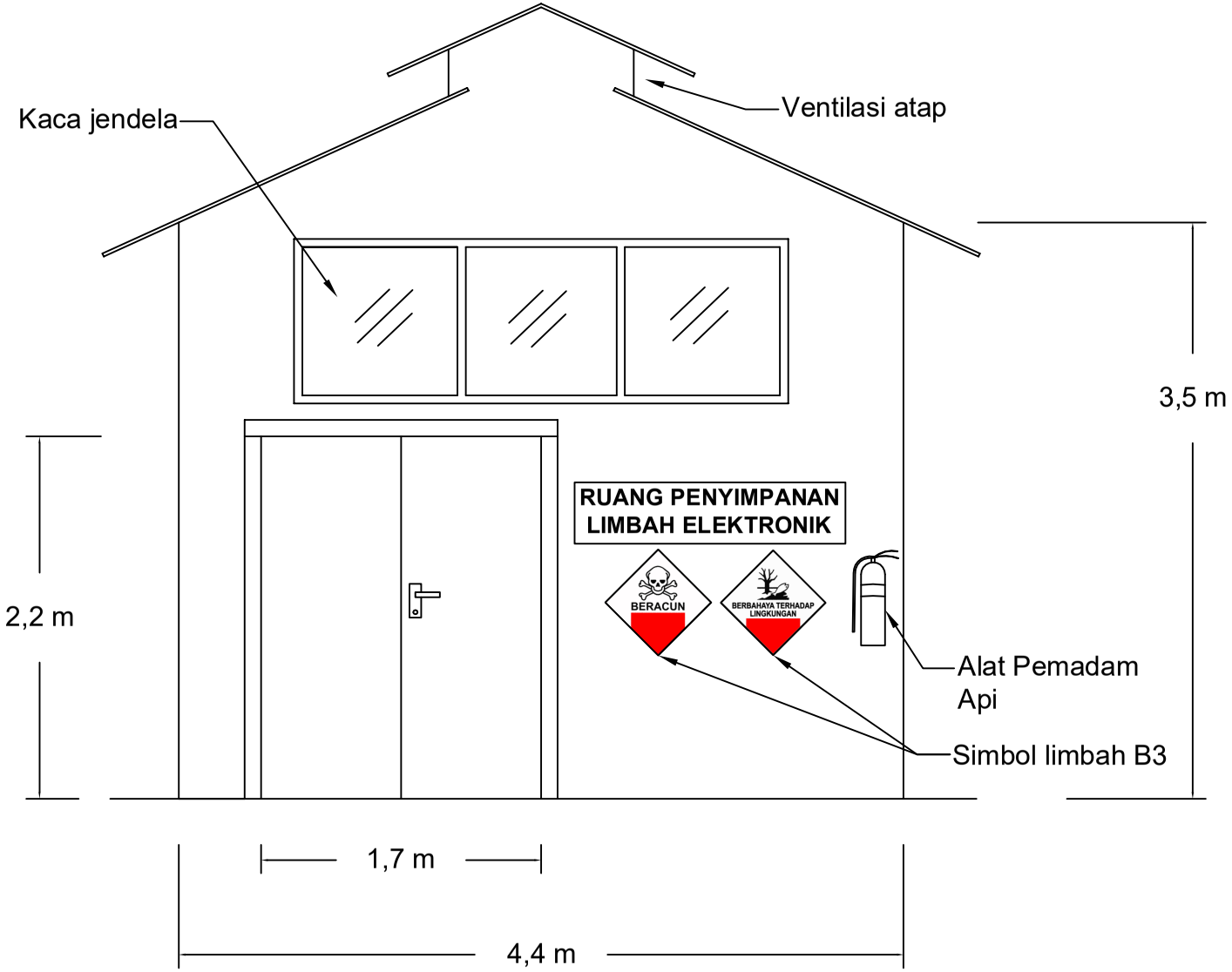
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

Judul Gambar

Denah Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Teknik Elektro ITS

Skala	Nomor
1 : 25	4.37



Tampak Depan Rekomendasi Ruang Penyimpanan
Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS
Skala 1 : 40

Departemen

Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Legenda

Drafter

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

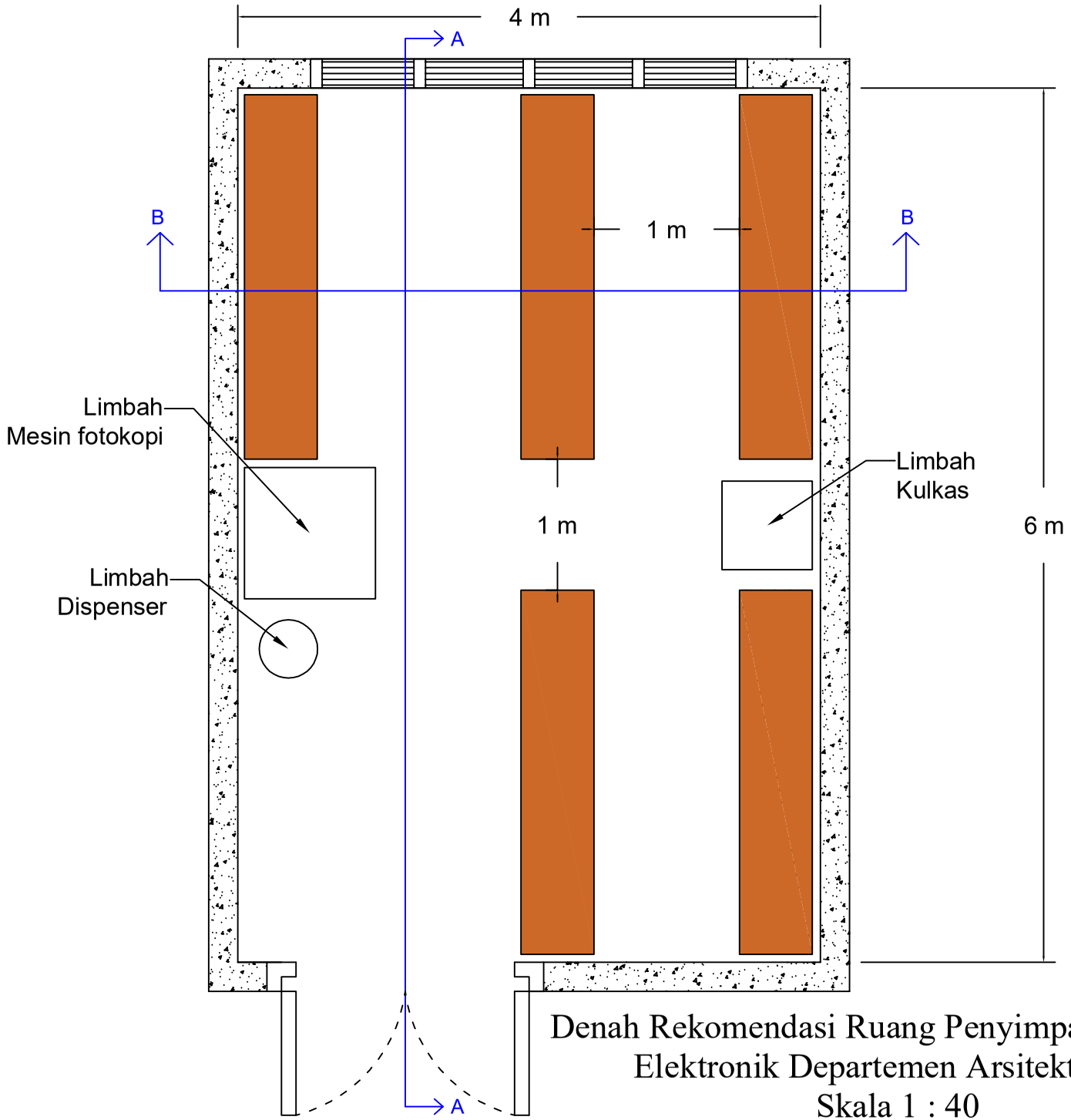
Judul Gambar

Tampak Depan Rekomendasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS

Lampiran

D

Skala	Nomor
1 : 40	1



Denah Rekomendasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS
Skala 1 : 40

Departemen

Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Legenda

Rak penumpukan limbah elektronik

Dinding beton

Drafter

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

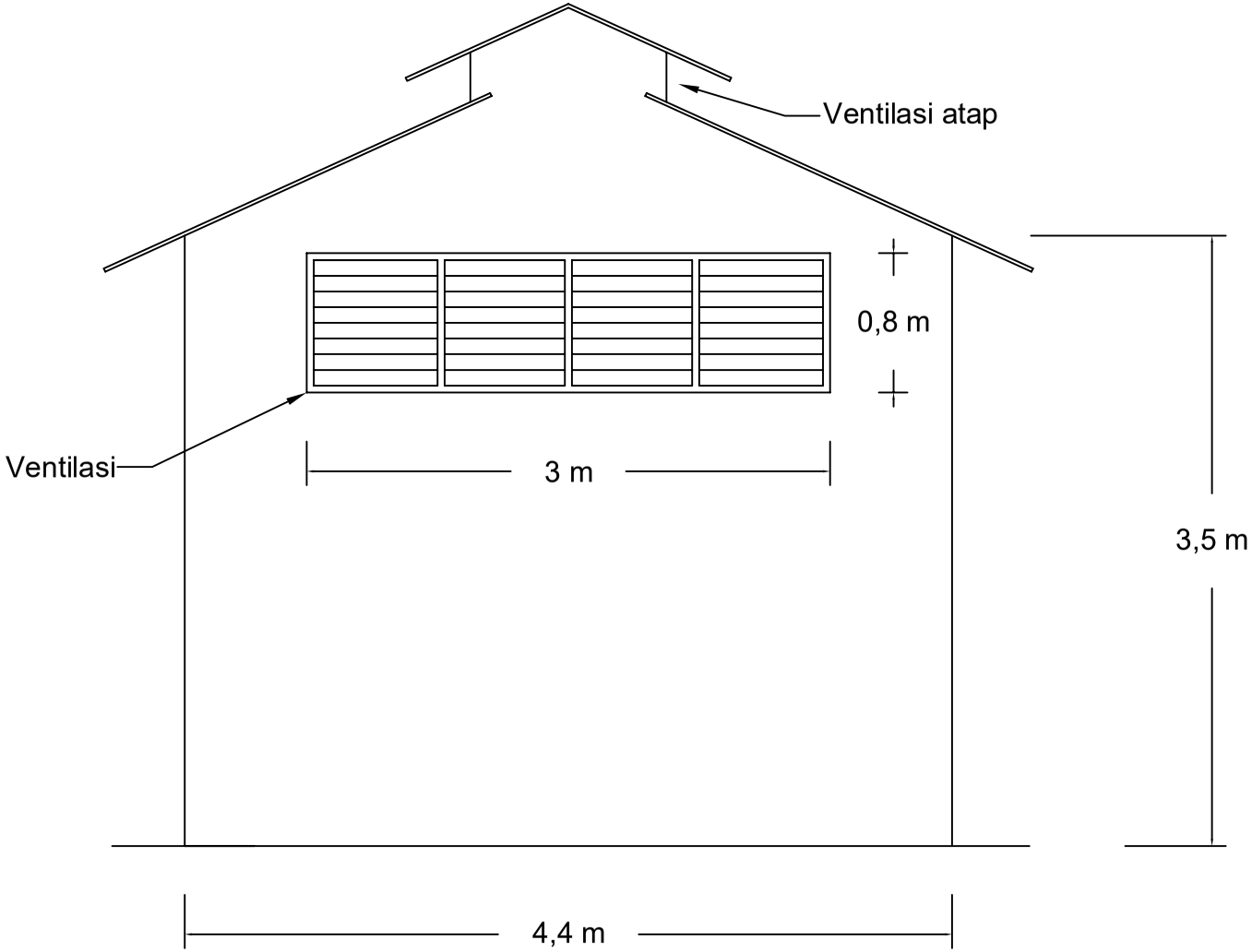
Judul Gambar

Denah Rekomendasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS

Lampiran

D

Skala	Nomor
1 : 40	2



Tampak Belakang Rekomendasi Ruang Penyimpanan
Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS
Skala 1 : 40

Departemen

Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Legenda

Drafter

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

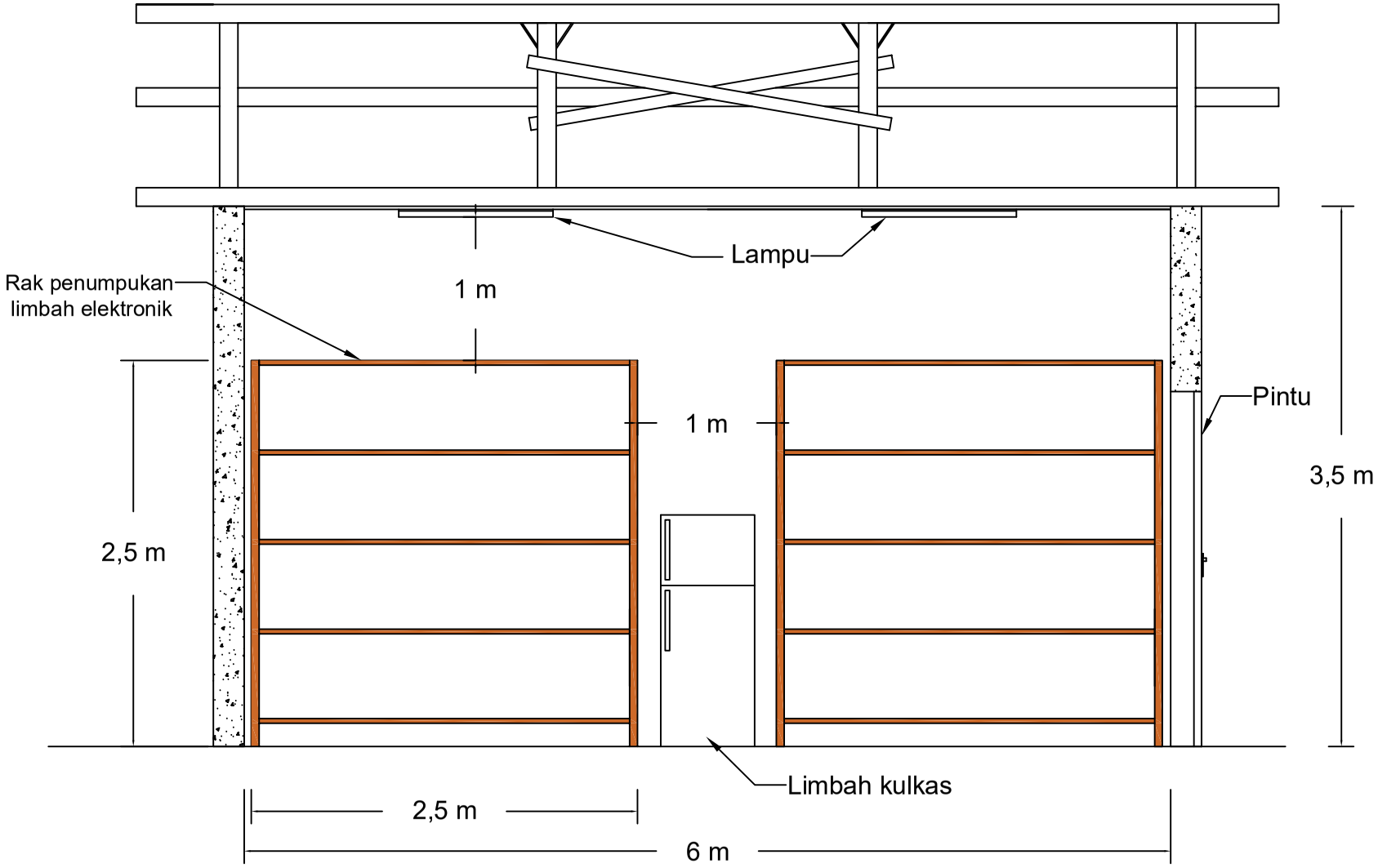
Judul Gambar

Tampak Belakang Rekomendasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS

Lampiran

D

Skala	**Nomor**
1 : 40	3



Potongan A-A Rekomendasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS
Skala 1 : 40

Departemen

Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Legenda

Dinding beton

Drafter

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

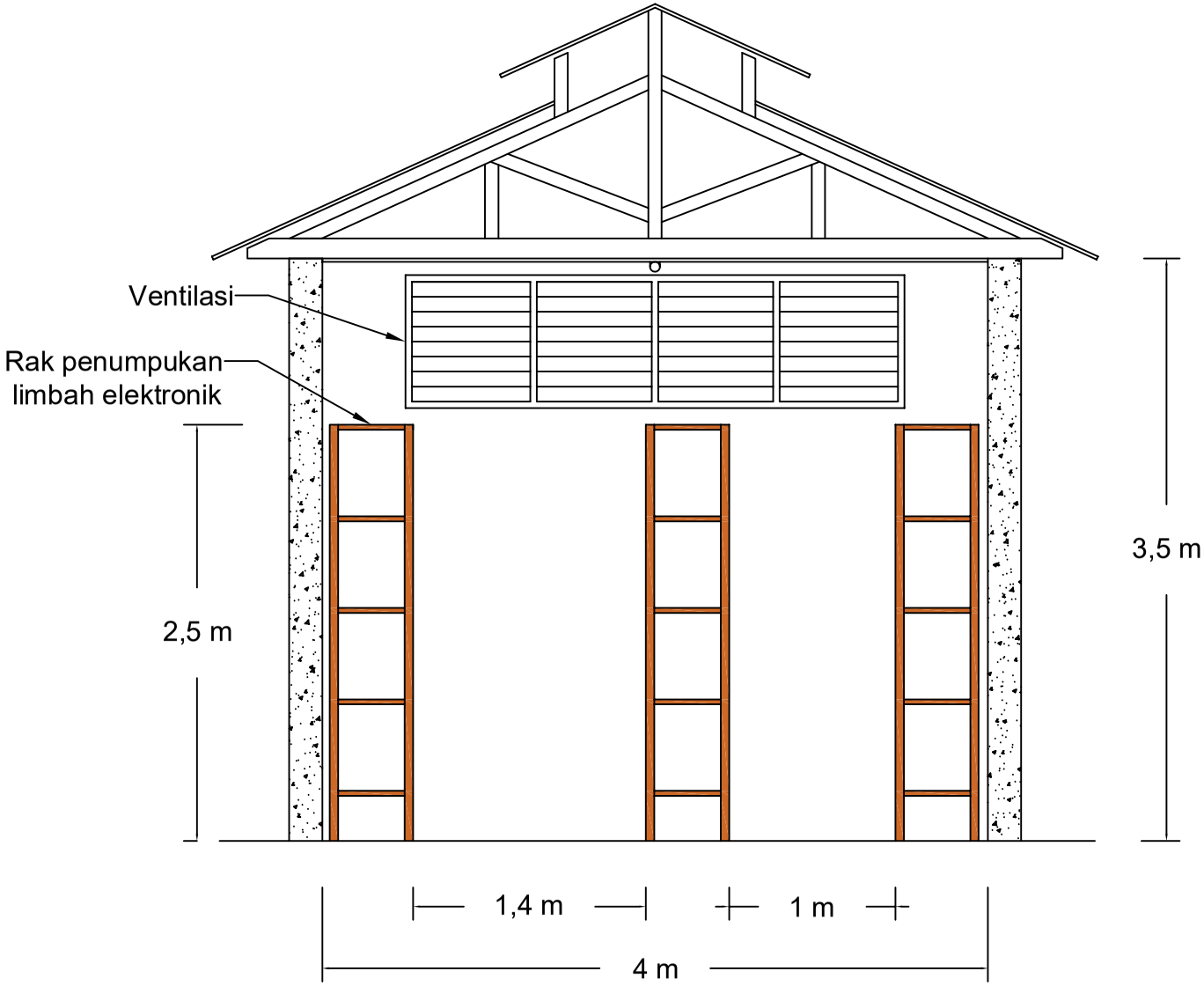
Judul Gambar

Potongan A-A Rekomendasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS

Lampiran

D

Skala	Nomor
1 : 40	4



Potongan B-B Rekomendasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS
Skala 1 : 40

Departemen

Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS

Legenda

Dinding beton

Drafter

Ignatius Chandra Setyanto
3313100067

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

Judul Gambar

Potongan B-B Rekomendasi Ruang Penyimpanan Limbah Elektronik Departemen Arsitektur ITS

Lampiran

D

Skala	Nomor
1 : 40	5