ISSN 2621-4474
E-ISSN 2621-4458

Volume 1 No.2 - December 2018

Applied Technology and Computing Science Journal

UNUSA

Pemanfaatan Expert System Untuk Penentuan Kegawatdaruratan Pasien Balita Di IGD
Andik Jatmiko, Joan Santoso, dan Hendrawan Armanto

Kajian Poliploidi Ikan Sepat (Trichogaster trichopterus) pada Tiga Ketinggian Tempat Berbeda di Daerah Banyuwangi, Malang, dan Batu dengan Metode Penghitungan Nukleolus
Maisuna Kundariati, Rosi Cahyaning Wulan, dan Ahmad Kamal Sudrajat

Perancangan Sistem Pakar untuk Penentuan Kesesuaian Jenis Palawija dan Kondisi Lahan
Endang Sulistiyani

Aplikasi DIY Smart Trash berbasis IoT Open Platform
Rizqi Putri Nourma Budiarti, Jordan Maulana, dan Sritrusta Sukaridhoto

Evaluasi Jaringan Closed Circuit Television (CCTV) di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Istas Pratomo, Sakinah, dan Achmad Affandi

Studi Pemodelan Numerik Oseanografi untuk Mendukung Perencanaan Manajemen Wilayah Pesisir Terpadu di Taman Nasional Komodo
Titri Yan Rizki

Applied Technology and Computing Science Journal

Editor In Chief

Rizqi Putri Nourma Budiarti, S.T., M.T.

Assosiate Editor

Paramitha Nerisafitra, S.S.T., M.Kom.
Ima Kurniastuti, S.T., M.T.
Tri Deviasari Wulan, S.T., M.T.
Ahmad Syafiq Kamil, S.Kom., M.Kom
Fajar Annas Susanto, S.Kom., M. Kom

Reviewer

Bagus Jati Santoso, S.Kom.,Ph.D
Muhammad Agus Zainuddin, S.T., M.T, Ph.D.
Sritrusta Sukaridhoto,S.T., Ph.D
Dr. Istas Pratomo, S.T., M.T.
Dr. Teguh Herlambang S.Si., M.Si.
dr. Hotimah Masdan Salim, Ph.D

Contact Address

Jl. Jemursari 51-57 Surabaya
Telp: 031-8479070, 8472040
Fax: 031-8433670
Email: atcsj2018@unusa.ac.id
Web: journal.unusa.ac.id
Manage by: LPPM Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya
Published by: Unusa Press

Contact Person

Rizqi Putri Nourma Budiarti, S.T., M.T.
Mobile: 082366661606

E-ISSN: 2621-4474
ISSN: 2621-4458

Applied Technology and Computing Science Journal

Volume 1, Number 2, December 2018, Page 63-123

DAFTAR ISI

Pemanfaatan Expert System Untuk Penentuan Kegawatdaruratan Pasien Balita Di IGD…….……63-75
Andik Jatmiko, Joan Santoso, dan Hendrawan Armanto

Kajian Poliploidi Ikan Sepat (Trichogaster trichopterus) pada Tiga Ketinggian Tempat Berbeda di Daerah Banyuwangi, Malang, dan Batu dengan Metode Penghitungan Nukleolus..……. 76-85
Maisuna Kundariati, Rosi Cahyaning Wulan, dan Ahmad Kamal Sudrajat

Perancangan Sistem Pakar untuk Penentuan Kesesuaian Jenis Palawija dan Kondisi Lahan……...……...…… 86-92
Endang Sulistiyani

Aplikasi DIY Smart Trash berbasis IoT Open Platform…… 93-104
Rizqi Putri Nourma Budiarti, Jordan Maulana, dan Sritrusta Sukaridhoto

Evaluasi Jaringan Closed Circuit Television (CCTV) di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) ……....……..105-114
Istas Pratomo, Sakinah, dan Achmad Affandi

Studi Pemodelan Numerik Oseanografi untuk Mendukung Perencanaan Manajemen Wilayah Pesisir Terpadu di Taman Nasional Komodo…..……..…114-123
Titri Yan Rizki

Pemanfaatan Expert System Untuk Penentuan Kegawatdaruratan Pasien Balita Di IGD

Andik Jatmiko[1], Joan Santoso[2], dan Hendrawan Armanto[3]
[1,2]Program Studi Pasca Sarjana Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknik Surabaya
[3]Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknik Surabaya
E-mail: andik.rsi2@gmail.com

Abstrak

Triage merupakan suatu suatu prosedur yang dilakukan petugas di instalasi gawat darurat untuk menentukan tingkat kegawatan pasien, dalam hal ini seorang petugas medis senior yang di tunjuk bertugas memilah dan menentukan urutan pasien yang terlebih dahulu dilayani. Namun kenyataan di lapangan tidak semua petugas menguasai keahlian dalam menentukan tingkat kegawatan pasien. Kurangnya petugas senior yang mempunyai keahlian tersebut berakibat kecepatan pelayanan kurang maksimal, terlebih kasus balita yang mana merupakan kasus yang memerlukan perhatian khusus karena sistem kekebalaan dan daya tahan tubuhnya belum terbentuk sempurna. Dari beberapa faktor tersebut penulis ingin melalukan pemanfaatan expert system untuk penentuan kegawatdaruratan pasien balita di IGD Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya. Pemanfaatan sistem pakar ini dilakukan dengan menggunakan mesin inferensi backward chaining yang artinya proses pencarian dimulai dari fakta-fakta untuk selanjutnya menuju pada suatu kesimpulan. Manfaat penelitian ini adalah untuk meringankan kerja petugas medis dan bagi keluarga pasien dalam mengakses informasi tentang tingkat kegawatan pasien. Dalam implementasinya menggunakan metode backward chaining dengan menggunakan DBMS MySQL dan bahasa pemograman PHP.

Kata Kunci: Sistem pakar, Backward chaining, Penetuan kegawatan balita.

1. PENDAHULUAN

Perlu kita ketahui perubahan pola akan pelayanan kesehatan mengalami pergeseran yang sangat draktis semenjak di berlakukannya program JKN. Hal itu yang di alami oleh beberapa rumah sakit baik rumah sakit pemerintah maupun swasta. Dari laporan semester 1 pada tahun 2018 Rumah Sakit islam Jemursari Surabaya menerima rata rata kunjungan per bulan rawat jalan sebanyak 26.953 pasien, instalasi gawat darurat 4.219 pasien dan rawat inap 1.852 yang mana rata rata kunjungan mengalami peningkatan kurang lebih 25% dari periode sebelumnya. Dengan adanya peningkatan tersebut rumah sakit berupaya untuk menjaga kwalitas pelayanan agar sesuai standart yang telah di tentukan. Terutama untuk instalasi gawat darutat sangat menjadi prioritas utama. Karena di unit tersebut keselamatan pasien bergantung pada kecepatan pelayanan pasien, yang mana pelayanan bukan berdasarkan urutan kedatangan namun berdasar tingkat kegawatan pasien. Beberapa permasalahan timbul terutama kasus yang sangat rentan adalah usia balita. Dimana pada usia tersebut sangat rentan terjangkit penyakit yang disebabkan oleh daya tahan belum terbentuk secara sempurna dan ditunjang dengan cara komunikasi pada pasien balita dalam penyampaikan keluhan sangat terbatas, oleh sebab itu peran dalam penentuan tingkat kegawat daruratan pasien sangatlah penting karena berpengaruh pada keselamatan pasien tersebut. Penentuan tingkat kegawatan daruratan atau yang disebut dengan istilah triage yaitu melakukan pengelompokan atau pengklasifikasian pasien ketingkatan prioritas tergantung pada keparahan penyakit, pemeriksaan meliputi anamnesis atau keluhan pasien, derajat dehidrasi dan juga vital

sence tediri dari kesadaran pasien, scala nyeri, nadi, tekanan, suhu dan lain lainnya (Asuhan keperawatan gawat darurat, Ns. Paula dkk.,2016).

Proses penentuan keputusan kegawatan atau yang di sebut penentuan triage merupakan hal yang sangat penting dan vital dalam pelayanan medis. Penilaian klinis pasien membutuhkan pemikiran dan intuisi dilakukan oleh tenaga medis yang professional, mempunyai pengetahuan dan keterampilan tentang kegawatdaruratan pasien. Dalam pembuatan keputusan untuk penentuan kegawatan beberapa hal yang perlu dipertimbangkan antara lain, Identifikasi permasalahan yaitu proses ini dilakukan untuk mendapat suatu informasi dari pasien, keluarga pasien tentang riwayat atau keluhan sebelum masuk rumah sakit, keemudian di kumpulkan dan dianalisis semua informasi dalam tahap ini semua informasi di kumpulkan dan catat untuk memfasilitasi pertanyaan yang berikutnya yang berkaitan dengan keluhan atau penyakit yang di derita, petugas setelah mengumpulkan sejumlah besar data untuk dievaluasi sebagai bahan untuk pengambilan keputusan, pemilihan triage hanya ada lima kategori yang bisa di pilih di lihat dari tingkat urgensi dari kondisi pasien sehingga sesuai jalur perawatan yang sesuai, pada penentuan proses triase adalah dinamis dan harus responsip terhadap kebutuhan pelayanan. Dalam penentuan proses keputusan yang diatur ketentuan dan kaidah pelayanan medis. Dan juga memfasilitasi penilaian ulang dan konfirmasi untuk mengubah dalam perubahan kategori.

Penerapan sistem pakar sejauh ini banyak membantu dalam menyelesaikan permasalah medis antara lain Mukhlis Ramadhan (2011) melakukan penerapan sistem pakar dalam mengidentifikasi penyakit kanker pada anak sejak dini dan cara penenggulangannya. Peneliti menggunakan metode forward chaining bahasa pemograman Visual Basic 6.0. yang bertujuan membantu dalam melakukan identifikasi penyakit kanker sejak dini, melalui pengolahan komputer dengan menggunakan system pakar, sehingga penanganan lebih lanjut terhadap penyakit tersebut dapat dengan cepat dilakukan. Penelitian Fetty nurlaela (2013) sistem pakar yang dikembangkan untuk mendeteksi penyakit gigi pada manusia dengan menggunakan metode inferensi forward chaining bahasa pemograman Visual Basic 6.0 dapat menghasilkan suatu sistem pakar untuk membantu dokter gigi dalam mendokumentasikan ilmu dan pengalaman kedokteran yang dimiliki dan nantinya dapat digunakan oleh perawat dalam mendeteksi penyakit gigi. Mardi Turnip (2015) melakukan penelitian dengan mengimplementasikan sistem pakar untuk diagnose penyakit THT menggunakan metode backward chaining, yang mana dalam penelitihan tersebut diharapkan meringankan kerja dokter, sistem pakar yang dikembangkan juga akan sangat bermanfaat bagi masyarakat umum dalam mengakses informasi tentang penyakit THT berupa diagnosa dan terapinya. Menurut Nida'ul Hasanati dkk (2012), yaitu membuat rancang bangun sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosis jenis burung air : Waterbird Exsys menggunakan alat pengembangan berupa shell, yaitu e2gLite Expert yang mana tujuannya penulis adalah membuat sistem pakar untuk diagnosis jenis burung air. Walaupun jarang di jumpai yang membahas tentang kegawat daruratan pasien balita, namun dapat dijadikan pertimbangan sehingga mempermudah proses development dan pengerjaannya.

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan rekayasa perangkat lunak dengan merancang dan membangun sistem pakar untuk menentukan tingkat kegawatan pasien balita. Atas dasar beberapa pertimbangan diatas dan memperhatikan kondisi di user di Rumah Sakit Islam Jemursari maka akan menggunakan aplikasi berbasis web base yang terintegrasi dengan database rekam medis rumah sakit. Dengan menggunakan aplikasi berbasis web base pasien sebelum datang ke Instalasi Gawat Darurat dapat menggunakan aplikasi E-Triage yang sudah di sediakan rumah sakit. Dengan memasukkan nomor register dan tanggal lahir pasien sebagai verifikasi login pasien, setelah sesuai data akan terintegrasi dengan database rumah sakit kemudian muncul beberapa pertanyaan terkait dengan kondisi pasien meliputi keluhan pasien, tingkat kesadaran,

skala nyeri, tekanan darah, suhu, nadi, dan frekuensi pernafasan yang mana setelah data tersebut dimasukkan maka sistem pakar penentuan triage bekerja untuk menampilkan peridiksi dari tingkat kegawatan pasien.

2. METODOLOGI

Metodologi yang kami gunakan dalam melakukan penelitian yaitu melakukan studi kepustakaan dengan pencarian informasi pada tulisan ilmiah dan buku mengenai kagawatdaruratan pasien balita, dan dilanjukan dengan studi lapangan untuk melihat secara langsung dan melakukan interview dengan seorang pakar yang bertugas di instalasi gawat darurat. Dengan memperhatikan kondisi dan user di Rumah Sakit Islam Jemursari maka penelitian yang akan dilakukan ini terbatas pada:

a. Penentuan kegawatan pasien balita di Instalasi Gawat darurat Rumah Sakit Islam Jemursari sebanyak 625 pasien balita yang terdiri dari 352 balita laki laki dan 273 balita perempuan.
b. Sistem yang dibangun adalah sebuah sistem yang hanya menentukan tingkat kegawatdaruratan balita dan memberikan solusi berupa tingkat kegawatan berdasarkan anamnesis / keluhan pasien, derajat dehidrasi, kesadaran, skala nyeri, tekanan darah, nadi, suhu tubuh dan frekuensi pernafasan.
c. Rekomendasi expert system meliputi klasifikasi tingkat kegawatan pasien meliputi:
    - Level 1 Segera mengancam nyawa (memerlukan tindakan segera)
    - Level 2 Mengancam nyawa (memerlukan tindakan kurang dari sepuluh menit dari kedatangan)
    - Level 3 Potensi mengancam nyawa (memerlukan tindakan kurang dari tiga puluh menit dari kedatangan)
    - Level 4 Segera enam (memerlukan tindakan kurang dari enam puluh puluh menit dari kedatangan)
    - Level 5 Tidak segera (tindakan dapat tertunda hingga dua jam dari kedatangan)
d. Pembuatan sistem pakar akan menggunakan Metode backward chaining dengan basis data DBMS MySQL dan bahasa pemograman PHP

Narasumber atau expert pada penelitihan ini adalah seorang senior medis yang telah lama bekerja di Instalasi Gawat Darurat Rumah Sakit Islam Jemursari yaitu :

1. Dr. Widhoretno Wirasari sebagai Kepala Instalasi Gawat darurat
2. Wiwik Wijayanti, Skep. Ners sebagai Koordinator Keperawatan IGD
3. Buku A Practical Manual On Acute Paediatrics. Departemen of Paedriatics Nasional University of Singapore oleh William Yip Ching-ling, 1993

Data ini di peroleh secara langsung dengan melakukan penelitihan mulai dari bulan januari sampai dengan bulan juli tahun 2018. Data diperoleh secara langsung dari informasi yang telah terinput dalam database rumah sakit dan dijadikan sampel penelitian mengenai hal-hal yang berkaitan dengan variabel penelitian. Misalnya: jenis tingkat kegawatan, gejala gejala pasien, serta hal-hal yang berhubungan dengan penetuan tingkat kegawatan pasien balita. Penelitian ini dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

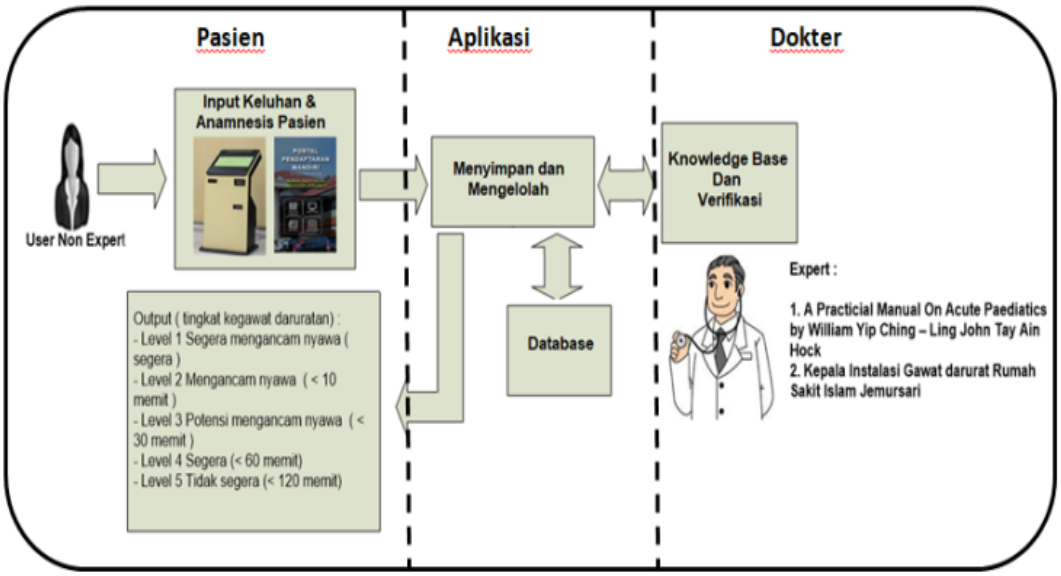
a. Perumusan dan pengidentifikasian masalah Pada tahap awal ini yang dilakukan merumuskan dan mengidentifikasi permasalahan yang ditemukan dari hasil observasi.
b. Pengumpulan data Pada tahapan pengumpulan data ini, ada dua jenis data yang dibutuhkan, yaitu data primer dan data sekunder. Data yang terkumpul merupakan sumber informasi dalam perancangan dan pembangunan sistem pakar ini. dan data sejumlah teori yang digunakan sebagai pendukung penelitian ini.

c. Analisa data Data primer yang dikumpulkan dari hasil wawancara langsung merupakan data mentah. Agar data tersebut dapat berguna bagi penelitian ini dibutuhkan suatu penyajian dan analisa data.
d. Perancangan dan pembangunan sistem pakar Melakukan perancangan dan pembangunan fisik seperti perancangan dan pembangunan interface, database, dan pengkodean.
e. Input basis pengetahuan pada tahap ini yang dilakukan adalah memasukan pengetahuan dokter dalam menentukan tingkat kegawatan pasien (pakar) ke dalam basis pengetahuan sistem pakar.
f. Pengujian dan pengamatan Pada tahap ini dilakukan ujicoba dan pengamatan pada sistem pakar yang telah dirancang dan dibangun, apakah sudah berjalan sesuai yang diharapkan atau belum.
g. Kesimpulan penelitian Berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan, diambil kesimpulan akhir penelitian ini.

2.1 Analisa system penentuan triage

Dalam pengamatan di Instalasi Gawat Darurat Rumah Sakit Islam Jemursari akibat kunjungan pasien yang meningkat dan terbatasnya tenaga medis yang mempunyai kompetensi dan kemampuan dalam penentuan triage dapat disimpulkan dalam penentuan tingkat kegawatdaruratan di instalasi tersebut masih kurang efektif karena petugas di setiap shift dinas hanya ada seorang yang menentukan tingkat kegawatan pasien. Sehingga respon time dalam penentuannya triage tidak dapat maksimal yang mana dapat berakibat fatal jika terjadi kesalahan atau keterlambatan dalam pemberian tiage karenakan urutan pelayanan instalasi gawat darurat berdasar tingkat kegawatan dan bukan berdasarkan awal kedatangan. Atas dasar tersebut dengan dibuatnya aplikasi triage diharapkan dapat memangkas waktu tunggu dalam penentuan triage.

Desain arsistektur sistem pakar dalam penentuan triage dapat di lihat pada Gambar 1, sebagai berikut:



Gambar 1. Workflow Sistem Pakar

Dalam gambar diatas menggambarkan alur kerja dari sistem aplikasi yang dikembangkan dimulai dari keuarga pasien menginput anamnesis atau keluhan pasien dan tanda tanda vital

E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

kedalam aplikasi, kemudian aplikasi menyimpan dan mengelola data keluhan dan tanda vital pasien tersebut sampai dokter melakukan verifikasi terhadap hasil triage yang dilakukan sistem.

Untuk meningkatkan hasil dalam penentuan triage data pasien diambil dari database rumah sakit yang mana terhubung dengan rekam medis elektronik sehingga dapat menampilkan riwayat catatan medis pasien, sehingga menjadi pertimbangan dokter dalam melakukan validasi. Dalam penggunaan aplikasi triage keluarga pasien dapat memesukkan nomor rekam medis dan tanggal lahir sebagai bentuk verifikasi data pasien melalui alat anjungan mandiri atau melalui aplikasi yang telah di sediakan rumah sakit. dengan aplikasi berbasis web base diharapkan user mudah dalam pengunaannya dan dapat memperoleh manfaatnya dengan mengetahui peridiksi kondisi kegawatan pasien.

2.1.1 Diagram Dependency Expert System Kegawat daruratan balita

Dalam penentuan triase data pasien balita yang diambil dari database rumah sakit dan terhubung pada data rekam medis dan untuk memudahkan dalam mengetahui kondisi kegawatan pasien.

Tingkat Kegawat daruratan berdasarkan rekomendasi expert system, terbagi menjadi lima level dari level satu yang harus langsung ditangani segera hingga level lima dengan status penanganan tidak segera dan tindakan dilakukan kurang dari dua jam (120 menit) seperti yang sudah dijelaskan pada pembagian level pada klasifikasi tingkat kegawatan pasien. Dari ke lima level, tersebut penentuan terbagi menjadi dua yaitu, berdasarkan kondisi status generalis dan kondisi status vital sign.

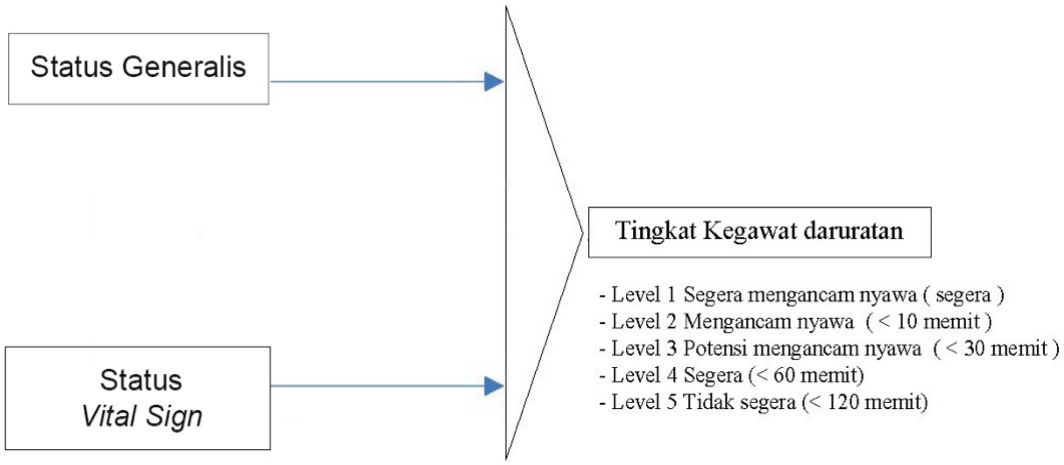
Tingkat kegawat daruratan ditinjau dari kondisi status generalis, sebagai berikut:

- Pernafasan
- Kardiovaskular
- Neurologik
- Abdomen Akut
- Masalah Khusus
- Dehidrasi

Tingkat kegawat daruratan ditinjau dari kondisi status generalis, sebagai berikut:

- Kesadaran (GCS)
- Skala Nyeri
- Tekanan Darah
- Nadi
- Suhu
- Frekuensi Pernafasan

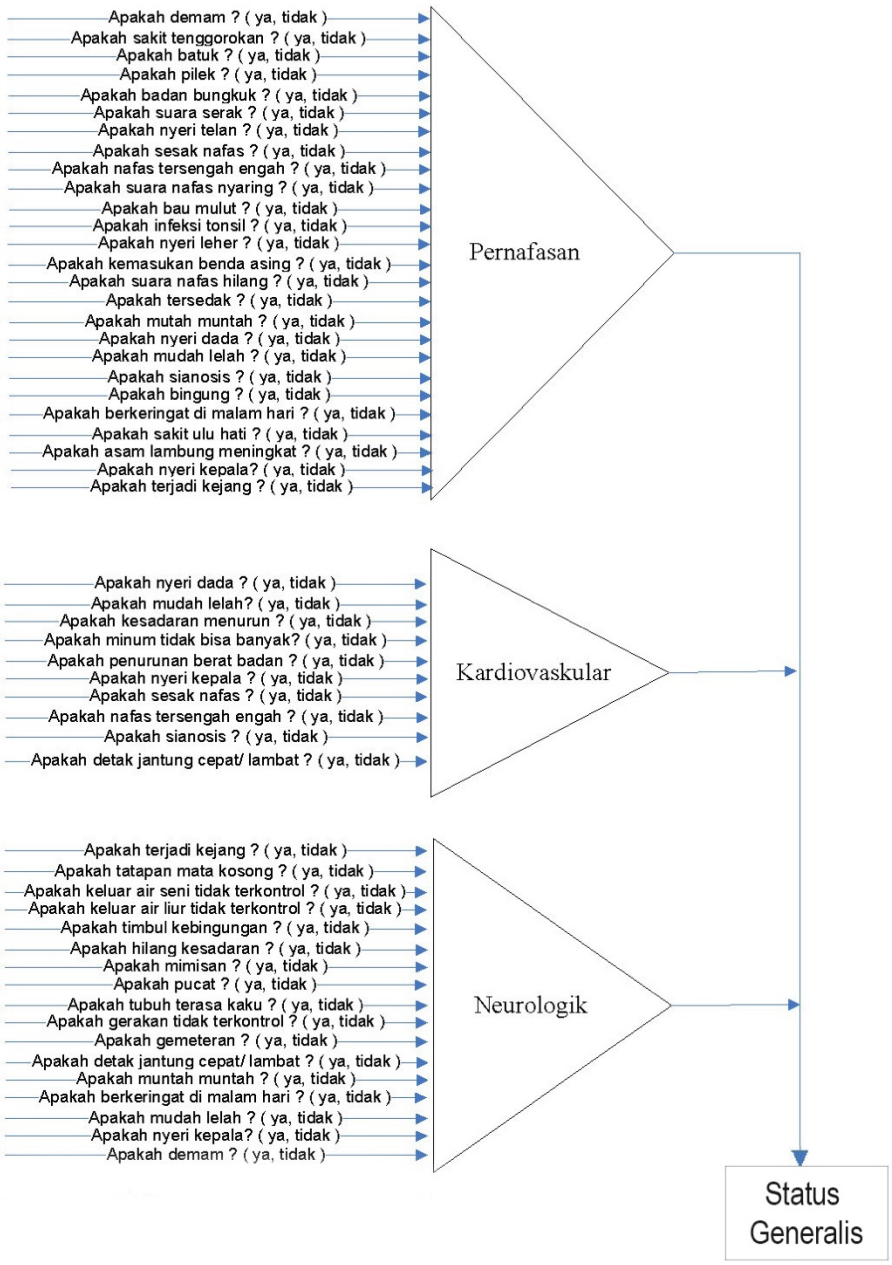
Diagram Dependency Expert System Kegawat daruratan balita dapat dilihat pada Gambar 2, sebagai berikut:



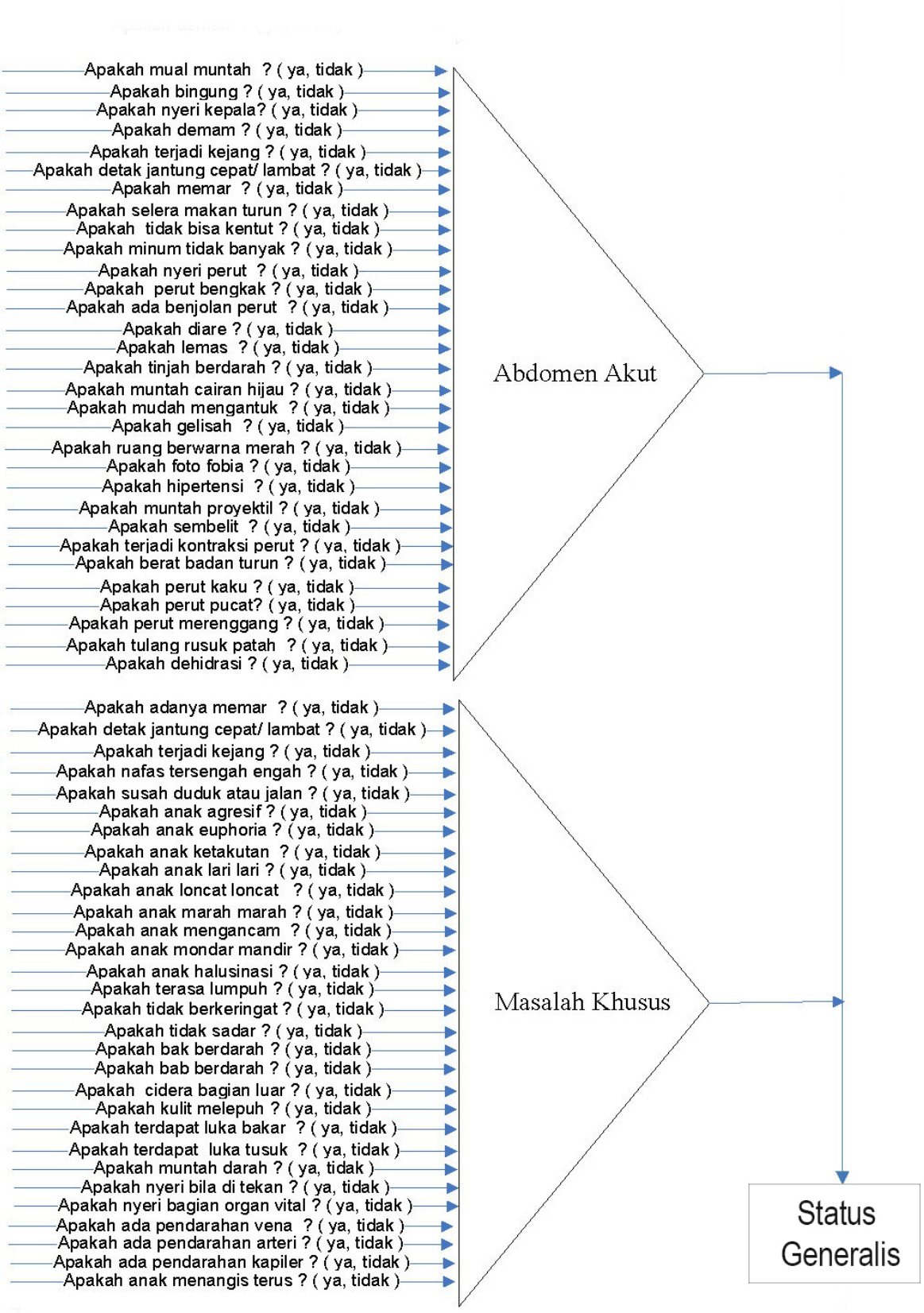
Gambar 2. Diagram Dependency Expert System Kegawat daruratan Balita

Diagram expert system diatas, dijabarkan menjadi dua, yaitu status generalis yang dapat terlihat dari Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan status vital sign yang terdapat dari Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9.

E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

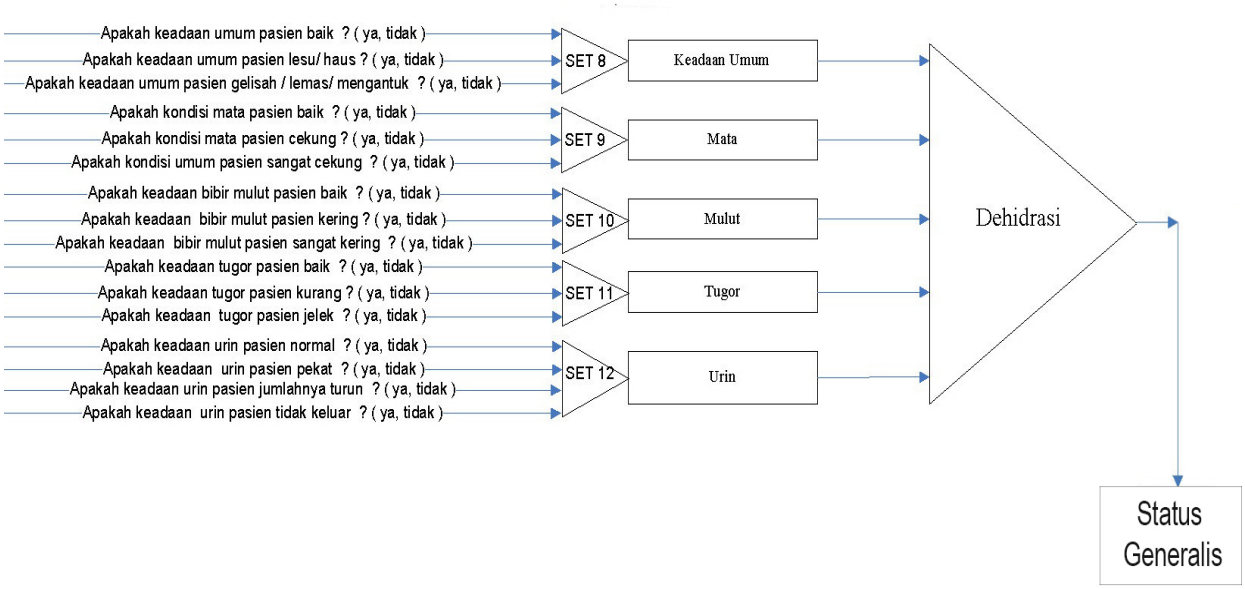


Gambar 3. Diagram Dependency Expert System Kegawat daruratan balita

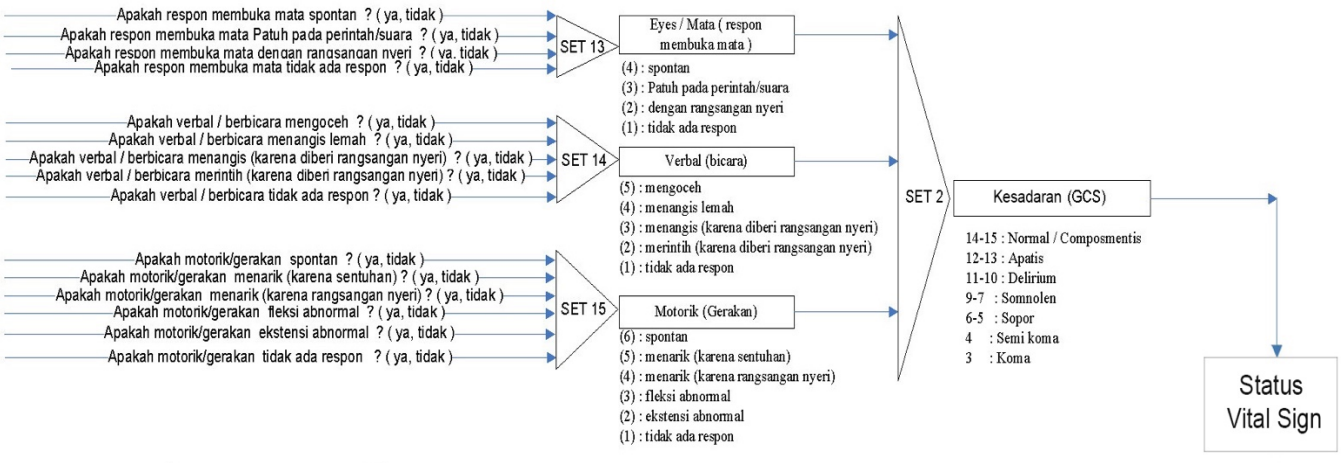


Gambar 4. Diagram Dependency Expert System Kegawat daruratan balita

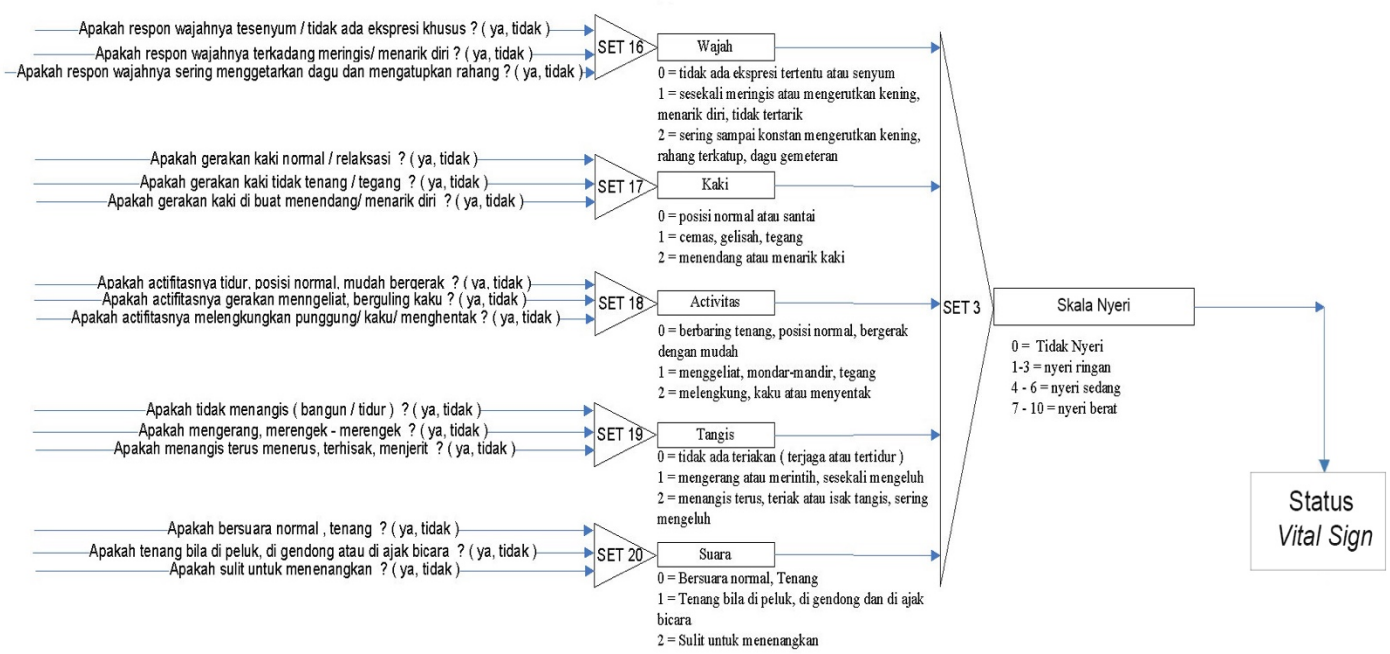
E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.



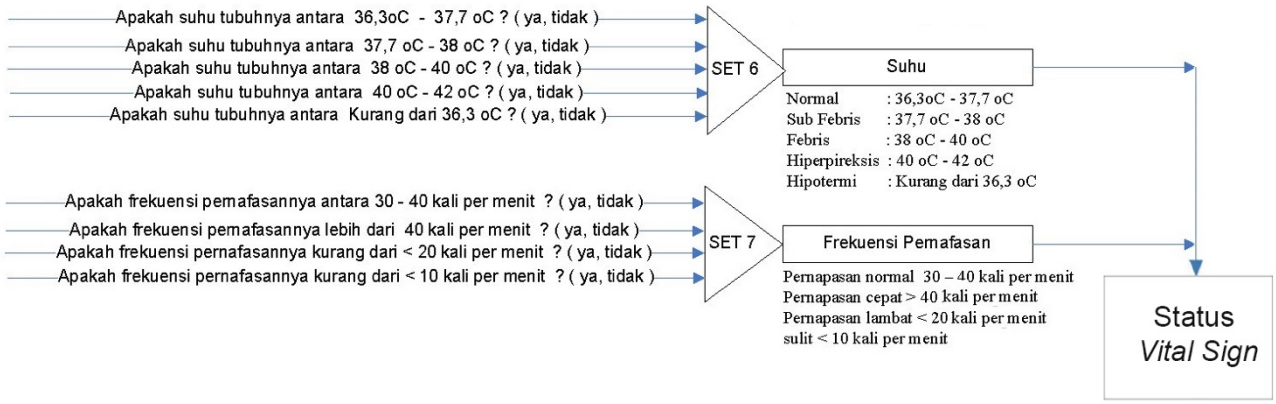
Gambar 5. Diagram Dependency Expert System Kegawat daruratan balita



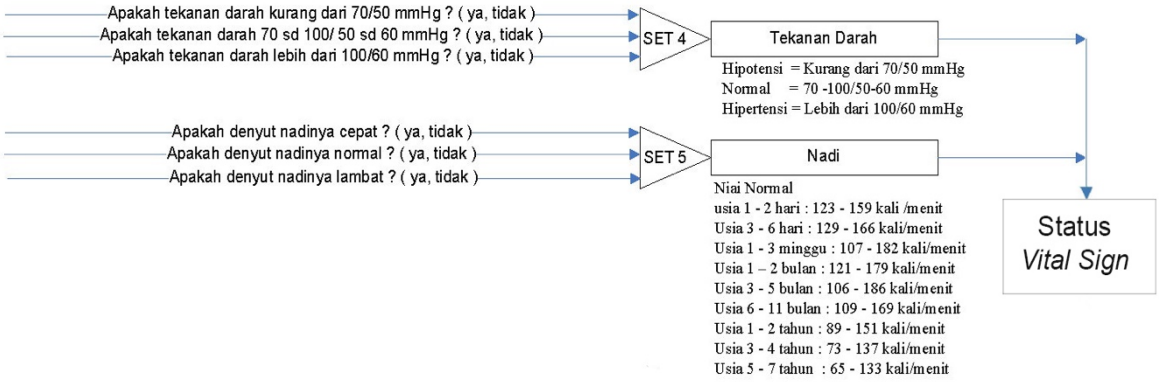
Gambar 6. Diagram Dependency Expert System Kegawat daruratan balita



Gambar 7. Diagram Dependency Expert System Kegawat daruratan balita



Gambar 8. Diagram Dependency Expert System Kegawat daruratan balita



Gambar 9. Diagram Dependency Expert System Kegawat daruratan balita

E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

2.2 Analisis Kebutuhan Sistem Pakar

Representasi pengetahuan

Pengetahuan dari sistem pakar untuk menetukan tingkat kegawatan pasien balita di instalasi gawat darurat diperoleh dari beberapa sumber antara lain seorang petugas medis yang expert di bidangnya dan di tunjang literature buku tentang kegawatan tentang anak. Fakta pengetahuan tersebut disimpan meliputi tingkat kegawatan yaitu segera mengancam nyawa, mengancam nyawa, potensi mengancam nyawa, segera, tidak segera. Serta pengetahuan tentang faktor faktor yang mempengarui kegawatan meliputi gejala atau tanda keluhan yang di alami penderita, tingkat kesadaran, skala nyeri, suhu, tekanan darah, nadi, dan frekuensi pernafasan.

Adapun yang disimpan merupakan pengetahuan yang didasarkan keluhan pasien dan kondisi vital sence yang di hasilkan dari pemeriksaan menggunakan alat, dengan menggunakan basis aturan yang di gunakan untuk menghubungkan keterkaitan antara tingkat kegawatan dengan vital sence passion.

Teknik Representasi

Teknik Representasi yang digunakan untuk merealisasikan sistem pakar ini menggunakan kaidah produksi, karena menggunakan sintaks IF-THEN menghubungkan anteseden (antecedent) dengan konsekuensi yang diakibatkannya. Perancangan teknik representasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Rule 1: IF respon membuka mata spontan AND verbal mengoceh AND motorik spontan AND wajah sesekali meringis atau mengerutkan kening AND kaki cemas, gelisah, tegang AND activitas mengeliat, mondar mandir, tegang AND tangis menangis terus AND suara sulit untuk di tenangkan AND tekanan darah 80/55 AND nadi 80 AND suhu 37,9 AND freskuensi pernafasan 25 AND THEN Level 4 Segera (bertemu dokter < 60 menit)

Rule 2: IF respon membuka mata spontan AND verbal mengoceh AND motorik spontan AND nadi 138 AND suhu 41 AND freskuensi pernafasan 25 AND THEN Level 2 Mengancam Nyawa (bertemu dokter < 10 menit)

Rule 3: IF respon membuka mata spontan AND verbal mengoceh AND motorik spontan AND wajah tersenyum/ tidak ada ekspresi khusus AND kaki normal / relaksasi AND activitas tidur, posisi normal, mudah bergerak AND tangis tidak menangis (bangun / tidur) AND suara bersuara normal, tenang AND nadi 120 AND suhu 38,9 AND freskuensi pernafasan 22 AND THEN Level 3 Potensi mengancam nyawa (bertemu dokter < 30 menit)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada implementasi sistem dapat diartikan sebagai suatu awal pelaksanaan atau penerapan sistem pakar ini, dengan menerapkan sistem yang telah dirancang dan dibangun untuk dilakukan uji coba dan dianalisa sejauh mana sistem berhasil sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Sistem ini di lakukan uji coba oleh pasien balita yang berkunjung di instalasi gawat darurat. Yang mana hasil peridiksinya akan divalidasi oleh dokter jaga yang melayani pasien tersebut Dengan Prosentase tingkat keakuratan sebagai berikut :

$$\% \text{ Keakuratan} = \frac{\text{Tebakan Triage benar}}{\text{Jumlah pasien yang ditebak}} \text{ X } 100\%$$

Dari 625 pasien balita yang telah menggunakan sistem pakar untuk menentukan tingkat kegawatan setelah di validasi oleh dokter jaga Instalasi gawat darurat di peroleh sebagai berikut :

Tabel 1. Data ujicoba pasien balita di Instalasi Gawat Darurat

id	tgl_act	tgl_lahir	sex	ku	dehidrasi	tekanan	nadi	suhu	nafas	eye	verbal	move	skala_nyeri	verifikasi_dokter
847527	2018-01-01 00:16:29	01/08/2017	l	diare 4 kali muntah -	ringan	-	-	-	-	-	-	-	-	level_3
847528	2018-01-01 02:50:16	22/10/2015	l	demam 4 hr	-	-	115	39.8	-	-	-	-	-	level_3
847529	2018-01-01 03:20:34	15/12/2016	l	diare 2 hr, hari ini 8x, muntah 4x, volume banyak, kencing terakhir sedikit	sedang	-	120	37.4	-	-	-	-	-	level_2
847530	2018-01-01 05:34:28	13/06/2016	l	tdk mau makan sejak kemarin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	level_4
847531	2018-01-01 05:55:31	01/07/2016	l	demam sejak 3 hari ini, muntah	-	-	120	38.3	20	4	5	6	-	level_3
847532	2018-01-01 06:21:43	31/05/2017	l	-panas sejak 1 hari SmrS, muntah > 8x. bak menurun. bab dbn. rpo tempra	sedang	-	130	38.4	33	-	-	-	-	level_2
847536	2018-01-01 06:25:45	12/09/2014	p	panas 6 hari. muntah+ makan minum menurun. bab dbn. bak menurun	sedang	-	88	38.5	18	-	-	-	-	level_2
847537	2018-01-01 06:37:08	04/09/2017	p	panas sejak kemaren, muntah (-), batuk pilek (-)	-	-	128	38	24	4	5	6	-	level_4
847538	2018-01-01 08:10:37	17/07/2017	p	diare sejak kemarin lebih dari 10 kali, muntah tiap kali minum, demam sejak kemarin. bak terakhir jam 6.	sedang	-	128	38.5	22	4	5	6	-	level_2
847539	2018-01-01 08:13:48	14/09/2015	l	mencret 4x, darah (-), lendir(-)	-	-	126	36	20	4	5	6	-	level_4
847540	2018-01-01 08:17:35	19/12/2016	p	panas 1 hari, batuk (-), pilek (-), muntah (-)	-	-	130	37.8	20	4	5	6	-	level_4

Tabel 2. Hasil rekap validasi dokter

Kasus Kegawatan	Jumlah			% Keberhasilan
	Pasien	Berhasil	Tidak Sesuai	
Level 1	9	5	4	56%
Level 2	133	109	24	82%
Level 3	329	270	59	82%
Level 4	129	107	22	83%
Level 5	25	24	1	96%

Secara keseluruhan yang telah terperidiksi dengan benar tingkat kegawatannya sebanyak 515 pasien dari 625 pasien balita atau tingkat keberhasilannya 82,4 %. Sistem pakar dengan menggunakan metode backward chaining sangat sesuai dengan kebutuhan untuk menyelesaikan masalah tingkat kegawatdaruratan dengan beberapa kelebihan yaitu kecepatan untuk memberikan peridiksi dari beberapa fakta, karena bekerja ke belakang untuk mendapatkan fakta untuk mendukung hipotesis.

Untuk meningkatkan tingkat keberhasilan dan keakuraratan maka dapat dilakukan dengan mengkaji kembali kasus kegawatan yang tidak behasil di tebak oleh sistem dan di lakukan perubahan atau penambahan rule sehingga dapat memfasilitasi kasus kegawatan tersbut. Dengan melibatkan banyak dokter yang sudah berpengalaman dalam penentuan kegawatan di Instalasi gawat darurat maka hasil semakin akurat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Sistem pakar yang telah dirancang dan dibangun pada penelitian ini dapat membantu dokter di instalasi gawat darurat sebagai pertimbangan untuk melakukan urutan tindakan pasien. Karena dapat mengetahui gejala atau tanda vital pada pasien sebelum datang ke rumah sakit. Sehingga dokter hanya tinggal melakukan verifikasi terhadap kebenaran data yang di input.

b. Kecepatan dalam penggunaan sistem ini sangat cepat sekitar 1 – 2 menit, sehingga user segera dapat mengetahui hasil peridiksi kegawatan dari alat tersebut. Dengan tingkat keakuratan 82,4%.
c. Hasil penelitian pada kategori level 5 apabila bukan tergolong dalam kategori kasus emergency rumah sakit maka dapat memberlakukan pasien tersebut agar di arahkan ke poli umum, sehingga dapat menekan jumlah antrian kunjungan di IGD.
d. Sistem pakar ini telah dirancang dan dibangun terintegrasi dengan sistem informasi rumah sakit, sehingga dapat mempercepat pelayanan di instalasi tersebut terutama dalam proses validasi. Dengan sistem ini, dokter dapat memperhatikan riwayat penyakit pasien melalui data rekam medis elektronik.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Bill Brandon. Learning Developers Journal. *The Power of Backward Chaining.* 2003.
[2] Fetty Nurlaela. Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Penyakit Gigi Pada Manusia. *Speed Journal.* 2013; 10(4).
[3] Hartati, Iswanti. Sistem pakar dan pengembangannya. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta. 2008.
[4] Kusumadewi, Sri. Artificial Intelleligence. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta. 2003.
[5] Latumakulita, Luther dkk. Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Ginjal. *Jurnal Ilmiah Sains.* 2011; 11(1).
[6] Mardi Turnip. Sistem Pakar diagnosa penyakit THT mengunakan metode backward chaining. *Riau Journal of Computer Science.* 2015; 1(1).
[7] Mukhlis ramadhan. Sistem pakar dalam mengidentifikasi penyakit kanker pada anak sejak dini dan cara penangulangannya. *Jurnal Saintikom.* 2011; 10(2).
[8] Nida, Ul Hasanati, Dinda fitriasari. Rancang Bangun Sistem Pakar Berbasis WEB untuk Mendiagnosis Jenis Burung Air: Waterbird Exsys. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*. 2012; 1(3).
[9] Nur Ainiyah. The Factors Associated with The Triage Implementation in Emergency Department. *Jurnal Ners*. 2003; 10(1).
[10] William Yip Ching-ling. A Practical Manual on Acute Paediatrics. Departemen of Paedriatics. Nasional University of Singapore. 1993.

Kajian Poliploidi Ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*) pada Tiga Ketinggian Tempat Berbeda di Daerah Banyuwangi, Malang, dan Batu dengan Metode Penghitungan Nukleolus

Maisuna Kundariati[1*], Rosi Cahyaning Wulan[1], dan Ahmad Kamal Sudrajat[1]
[1]Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang
**E-mail*: maisunakundariati@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tiga tempat ketinggian yang berbeda di daerah Banyuwangi, Malang, dan Batu terhadap tingkat poliploidi ikan *Trichogaster trichopterus*. Poliploidi yang diamati adalah 3n dan 4n. Metode yang digunakan adalah analisis penghitungan nukleolus menggunakan teknik pewarnaan perak nitrat (AgNO3). Jaringan yang digunakan untuk menghitung jumlah nukleolus adalah sirip ekor ikan. Sampel menggunakan 30 ikan *Trichogaster trichopterus* di tiga tempat berbeda dengan 10 ikan berbeda dari Banyuwangi (99 mdpl), 10 ikan dari Malang (982 mdpl), dan 10 ikan dari Batu (1668 mdpl). Analisis data menggunakan uji Kruskal Wallis dan untuk mengetahui hubungan di setiap ketinggian digunakan uji Mann Whitney. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketinggian tempat berpengaruh terhadap tingkat poliploidi *Trichogaster trichopterus*. Ketinggian rendah tidak berbeda secara signifikan dari ketinggian sedang, tetapi ketinggian sedang secara signifikan berbeda dari ketinggian tinggi.

Kata Kunci: Ketinggian, Poliploidi, *Trichogaster trichopterus*.

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki keberagaman jenis ikan yang tersebar dari Sabang sampai Merauke (World Bank, 1998). Keanekaragaman ikan air tawar di Indonesia adalah yang tertinggi kedua setelah Brazil, yaitu sebanyak 1300 jenis. Dari 87 jenis ikan Indonesia yang terancam punah, diketahui 66 spesies (75%) diantaranya adalah ikan air tawar (Froese & Pauly, 2000). Di Sulawesi, telah tercatat ikan air tawar sebanyak 62 jenis dan diantaranya merupakan jenis endemik (Kottelat, Whitten, Kartikasari, & Wirjoatmodjo, 1993).

Ikan sepat (*Trichogaster trichopterus*) termasuk *family* Anabantidae dengan nama umum "*three spot goramy*" karena tubuhnya terdapat dua bintik hitam dan satu mata yang menjadi 3 bintik hitam (Murjani, 2010). Mendiami perairan tawar Malaysia, Birma, Indonesia, dan perairan bersuhu 20-28 °C (Murjani, 2010). Ikan untuk dapat hidup, tumbuh dan berkembang biak dengan baik memerlukan media yang sesuai dengan kondisi fisiologisnya, tidak terkecuali dengan ikan sepat rawa yang hidup, tumbuh dan berkembang biak pada berbagai jenis perairan rawa (Murjani, 2010).

Poliploidi merupakan organisme yang memiliki satu atau lebih penambahan perangkat kromosom (Thorgaard, 1983). Poliploidisasi secara alami terjadi akibat pencemaran perairan, radisasi sinar ultraviolet ataupun akibat hormon berlebihan, sehingga menyebabkan kasus nondisjungsi pada kromosom (Rottmann, Shireman, & Chapman, 1991). Selain itu, ketinggian tempat juga mempengaruhi poliploidi (Diallo, 2015; Ramsey & Ramsey, 2014; Xie-Kui, Cheng-Qi, Zhang, Chen, & Liu, 2008) *Silver staining* (AgNO3) merupakan metode sitogenetik yang umum digunakan untuk mempelajari jumlah, ukuran dan distribusi dari silver nucleolar organizer regions (AgNORs) saat metafase atau nukleoli pada interfase (Kim, Lee, & Rayburn, 2015).

Dengan prosedur pewarnaan perak, kita dapat mempelajari variasi maksimum pada AgNOR saat metafase dan nukeloli saat interfase (Kim et al., 2015).

Menghitung jumlah nukleolus dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah set kromosom sehingga tingkat ploidi dapat diketahui (Phillips, Zajicek, Ihssen, & Johnson, 1986). Jaringan apapun bisa digunakan dalam pembuatan preparat tanpa harus membunuh ikan yang akan di analisis (Risnandar, 2001). Preparat dapat dibuat dengan jaringan seperti sirip, ginjal ataupun gonad. Diantara jaringan-jaringan tersebut yang memberikan hasil terbaik adalah insang, penggunaan sirip kaudal ikan dikarenakan sirip kaudal memiliki jumlah nukleolus yang seimbang antara 1 nukleolus dan 2 nukleolus (Carman, Oshiro, & Takashima, 1991). Selain itu penggunaan sirip kaudal ikan juga dikarenakan nukleolus dapat dilihat pada sel interfase dari keping darah atau sirip dan insang, serta daya regenerasi sirip kaudal ikan yang tinggi akan berbanding lurung dengan aktivitas metabolisme sel yang tinggi, selain itu penggunaan sirip kaudal ikan karena mudah dicacah.

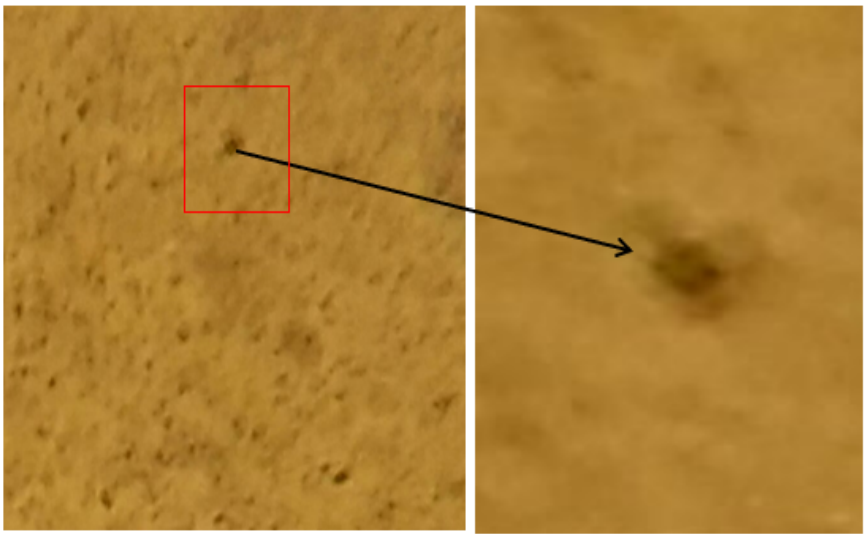
Penelitian serupa telah dilakukan oleh beberapa peneliti, Schinkel et al. (2016) meneliti tumbuhan pada pegunungan alpine, Wei, Ree, Sundue, & Zhang (2018) meneliti pada tumbuhan Athyriaceae, Tomasello (2014) meneliti pada tumbuhan Leucanthemopsidinae, Paule, Kolář, & Dobeš (2015) meneliti pada spesies Potentilla crantzii, Xie-Kui et al. (2008) meneliti pada tumbuhan *Allium przewalskianum* Regel. (Liliaceae), Diallo, (2015) pada spesies *Acacia senegal* (L.), Soto-Trejo, Palomino, Villaseñor, & Crawford (2013) pada tumbuhan Asteraceae, dan Cires, Cuesta, Vargas, & Prieto (2012) pada tumbuhan ranunculaceae. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji poliploidi ikan sepat (Trichogaster trichopterus) pada tiga ketinggian tempat berbeda di daerah Banyuwangi, Malang, dan Batu dengan metode penghitungan nucleolus.

2. METODOLOGI

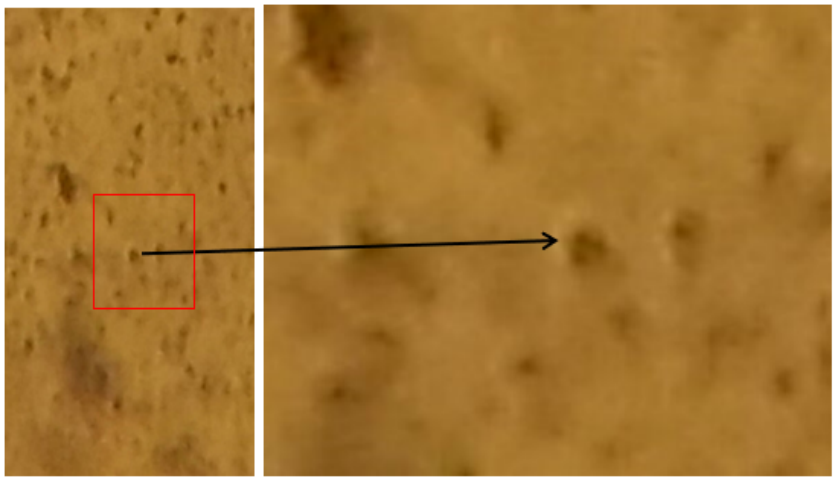
Penelitian dilakukan mulai bulan Maret sampai Mei 2018 di Gedung Biologi O5 ruang 310 Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang. Populasi dalam penelitian ini adalah ikan sepat yang berada pada 3 ketinggian berbeda (rendah, sedang, dan tinggi). Sampel penelitian ini adalah ikan sepat yang berasal dari Bumiaji, Kota Batu (Tinggi), Ngantang, Kabupaten Malang (sedang), dan Gambiran, Kabupaten Banyuwangi (Rendah). Penelitian ini merupakan penelitian *ex post facto* yang bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh ketinggian tempat terhadap jumlah ploidi dan perbedaan frekuensi jumlah nukleolus dari masing-masing ploidi alami ikan sepat (*Trichogaster trichopterus*). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perhitungan jumlah nukleolus. Ploidi dihitung dengan menggunakan sirip ekor ikan sepat sebanyak 10 kali ulangan. Pengamatan jumlah nukleolus dilakukan pada 3 bidang pandang dari 2 range. Pengamatan nukleolus pada penelitian ini meliputi ploidi n, 2n, 3n, 4n pada sirip ekor ikan sepat dari daerah Banyuwangi, Malang, Batu. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan SPSS 23.0. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif-kualitatif dari setiap daerah pengambilan sampel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil proses pencacahan sirip kaudal ikan dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Hasil Proses Pencacahan yang Menunjukkan Tetraploid (4n)



Gambar 2. Hasil Proses Pencacahan yang Menunjukkan Triploid (3n)

Berdasarkan hasil penelitian pada penghitungan nukleolus dari tiga daerah didapatkan hasil penghitungan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Nukleolus pada 3 bidang pandang

Ketinggian/Ploidi	3n	4n
Rendah	3,47	0,58
Sedang	7,28	0,88
Tinggi	14,63	4,30

Analisis Triploid

Data yang diperoleh dilakukan analisis menggunakan SPSS 23 untuk menguji normalitas data pada ploidi triploid. Berikut merupakan hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas data triploid

		Unstandardized Residual
N		30
Normal Parameters[a,b]	Mean	,0000000
	Std. Deviation	6,60665277
Most Extreme Differences	Absolute	,170
	Positive	,170
	Negative	-,084
Test Statistic		,170
Asymp. Sig (2-tailed)		,027[c]

Berdasarkan Hasil tes di atas, nilai signifikasi sebesar 0,002, nilai tersebut lebih kecil dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan data yang diuji tidak terdistribusi normal. Oleh karena hasil data yang diuji tidak terdistribusi normal, maka analisis dilakukan dengan analisis non parametrik menggunakan Kruskall Wallis test. Hasil Kruskall Wallis test ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kruskall Wallis

	Rerata
Chi-Square	12,525
df	2
Asymp. Sig.	,002

Nilai P Value sebesar 0,002 di mana kurang dari batas kritis 0,05 yang berarti menerima H_1 atau ketinggian memberikan pengaruh terhadap triploid (3n). Selanjutnya dilakukan uji Mann Whitney untuk mengetahui hubungan pada setiap ketinggian. Berikut adalah tabel uji Mann Whitney untuk mengetahui hubungan pada setiap ketinggian.

a. Ketinggian rendah dan sedang

Hasil uji Mann Whitney untuk mengetahui hubungan antara ketinggian sedang dan rendah ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Mann Whitney pada Ketinggian Rendah dan Sedang

	Rerata
Mann-Whitney U	18,000
Wilcoxon W	73,000
Z	-2,422
Asymp. Sig. (2-tailed)	,015
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,015[b]

Nilai Sig. atau P Value sebesar 0.015. Apabila nilai Sig. atau P *Value* < 0,05 maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang bermakna antara ketinggian rendah dan sedang.

b. Ketinggian sedang dan tinggi

Hasil uji Mann Whitney untuk mengetahui hubungan antara ketinggian sedang dan tinggi ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Mann Whitney pada Ketinggian Sedang Tinggi

	Rerata
Mann-Whitney U	30,500
Wilcoxon W	85,500
Z	-1,477
Asymp. Sig. (2-tailed)	,140
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,143[b]

Nilai Sig. atau P Value sebesar 0.143. Apabila nilai Sig. atau P *value* > 0,05 maka tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara ketinggian sedang dan tinggi.

Analisis Tetraploid (4n)

Data yang diperoleh dilakukan analisis menggunakan SPSS 23 untuk menguji normalitas data pada ploidi tetraploid. Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov

		Unstandardized Residual
N		30
Normal Parameters [a,b]	Mean	,0000000
	Std. Deviation	2,53122581
Most Extreme Differences	Absolute	,206
	Positive	,206
	Negative	-,097
Test Statistic		,206
Asymp. Sig. (2-tailed)		,002[c]

Berdasarkan hasil tes di atas, nilai Sig. sebesar 0,002, nilai tersebut lebih kecil dari 0,005, sehingga dapat disimpulkan data yang diuji tidak terdistribusi normal. Karena data tidak terdistribusi normal, maka analisis dilakukan dengan analisis non-parametrik menggunakan Kruskall Wallis test. Hasil Uji Kruskall Wallis dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Kruskal Wallis Test

	Rerata
Chi-Square	10,684
df	2
Asymp. Sig.	,005

Nilai P Value sebesar 0,005 di mana kurang dari batas kritis 0,05 yang berarti menerima H1 atau ketinggian memberikan pengaruh terhadap tetraploid (4n). Selanjutnya dilakukan uji Mann Whitney untuk mengetahui hubungan pada setiap ketinggian.

a. Ketinggian rendah dan sedang

 E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

Hasil uji Mann Whitney untuk mengetahui hubungan antara ketinggian rendah dan sedang ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji Mann Whitney pada Ketinggian Rendah dan Sedang

	Rerata
Mann-Whitney U	28,500
Wilcoxon W	83,500
Z	1,648
Asymp. Sig. (2-tailed)	,099
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,105[b]

Nilai Sig. atau P Value sebesar 0,105. Apabila nilai Sig. atau P *Value* > 0,05 maka tidak terdapat perbedaan bermakna antara ketinggian rendah dan sedang.

b. Ketinggian sedang dan tinggi

Hasil uji Mann Whitney untuk mengetahui perbedaan antara ketinggian sedang dan tinggi ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji Mann Whitney pada Ketinggian Sedang dan Tinggi

	Rerata
Mann-Whitney U	22,0000
Wilcoxon W	77,000
Z	-2,124
Asymp. Sig. (2-tailed)	,034
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,035[b]

Nilai Sig. atau P Value sebesar 0,035. Apabila nilai Sig. atau P *Value* < 0,05 maka terdapat perbedaan ketingggian sedang dan tinggi.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, diketahui bahwa pada triploid, P *Value* < 0,05 sehingga H_1 diterima, ketinggian tempat berpengaruh terhadap fenomena triploid. Selanjutnya, P value 0,005 < 0,05, sehingga H_1 diterima. Maka ketinggian tempat berpengaruh terhadap fenomena tetraploid.

Ketinggian tempat berpengaruh terhadap triploid dan tetraploid dipengaruhi oleh faktor internal maupun eskternal. Pengambilan sampel pada tiga ketinggian tempat berbeda memberikan pengaruh terhadap frekuensi poliploid pada ikan sepat *(Trichogaster trichopterus)* karena ketinggian mempengaruhi suhu lingkungan. Semakin tinggi suatu tempat akan menyebabkan semakin rendahnya suhu lingkungan, dengan tekanan udara yang semakin rendah (Song et al., 2012). Temperatur udara di permukaan bumi tidak seragam. Ketidaksamaan temperatur sangat dipengaruhi oleh tinggi tempat (Purwantara, 2011). Menurut formula Braak, semakin tinggi permukaan bumi maka temperatur udara semakin rendah. Setiap kenaikan 100 meter mdpl, terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C (Purwantara, 2009).

Penyebab mutasi dalam lingkungan yang bersifat fisik adalah radiasi dan suhu (Warianto, 2011). Mutagen fisik seperti suhu dapat menyebabkan terjadinya mutasi kromosom, di mana mutasi kromosom menyebabkan terjadinya poliploidi pada organisme. Mutasi kromosom sering terjadi karena kesalahan pada meiosis maupun pada mitosis (Warianto, 2011). Manipulasi kromosom untuk menghasilkan ikan poliploid dapat menggunakan agen fisik seperti suhu panas, suhu dingin dan tekanan pada zigot (Piferrer et al., 2009; Thorgaard, Jazwin, & Stier, 1981).

Kejutan suhu dapat mencegah ekstrusi tubuh kutub kedua dengan mengubah tingkat perkembangan, mengganggu mikrotubulus dari spindel meiosis atau secara tidak langsung melalui perubahan kepadatan sitoplasma (Piferrer et al., 2009). Suhu dapat pula menginduksi faktor internal yang dapat mengakibatkan poliploid pada ikan. Variasi yang terjadi pada jumlah maksimum kemungkinan disebabkan adanya fusi dan fisi dari bentuk nukleolus tunggal atau tiga, karena beberapa proses fisiologis yang terjadi selama siklus sel (Carman et al., 1991).

Menurut Song et al., (2012), efek dari lingkungan, terutama seperti suhu tidak dapat diabaikan dalam proses poliploidi pada ikan. Faktor lingkungan seperti rangsangan suhu panas dan dingin, serta radiasi juga berperan dalam proses terjadinya poliploidi. Sementara menurut Mable, Alexandrou, & Taylor (2011), tekanan yang tinggi antara 400 mdpl dan 600 mdpl atmosfer juga dapat menginduksi poliploidi. Leggatt & Iwama (2003), menyatakan bahwa suhu rendah dan suhu tinggi yang berubah pada lingkungan juga dapat menginisisasi terjadinya poliploidi secara alami. Semakin tinggi suatu tempat akan menyebabkan semakin rendahnya suhu lingkungan, dengan tekanan udara yang semakin rendah (Song et al., 2012).

Selain disebabkan oleh fluktuasi suhu, terdapat faktor internal yang dapat menyebabkan poliploidi yaitu adanya penyimpangan selama mitosis dan meiosis yang tidak mengalami reduksi (Corebima, 2000). Dalam hal ini dijelaskan bahwa jika suatu gamet yang memiliki kromosom 2n dan tidak mengalami reduksi maka jika tergabung dengan suatu gamet normal (n), maka zigot yang terbentuk akan memiliki ploidi triploid (3n), dan jika gamet yang bergabung tersebut tidak mengalami reduksi (pada individu diploid), maka zigot yang terbentuk tergolong tetraploid (4n) dan poliploidi dapat juga terjadi akibat penggandaan jumlah perangkat kromosom di dalam sel-sel somatik (Corebima, 2000).

Poliploidi dibagi menjadi dua kelompok, kelompok pertama autopoliploidi yaitu penggandaan kromosom melalui penggabungan genom-genom yang sama, ploidi yang dihasilkan dari proses ini adalah aneuploid (kromosom abnormal) dalam bentuk triploid, tetraploid dan pentaploid (Kadi, 2007). Kelompok kedua alopoliploidi adalah penggandaan kromosom yang terjadi melalui penggabungan genom-genom yang berbeda (Kadi, 2007).

Poliploid pada organisme dapat disebabkan oleh faktor internal dan eksternal. Poliploid pada organisme terjadi melalui tiga jalur yaitu: penggandaan kromosom, gamet tidak mereduksi dan polispermi (Song et al., 2012). Penggandaan kromosom terjadi melalui penggabungan genom yang berbeda (beda spesies). Selain itu penggandaan kromosom juga dapat terjadi karena adanya senyawa kimia seperti kolkisin. Adanya kolkisin dapat menghambat terbentuknya benang-benang spindel pada saat pembelahan mitosis (Taylor, 1965). Kromosom yang telah bereplikasi tetap tidak terpisah dan tidak dapat memasuki tahap anafase. Pada keadaan ini sel telah memiliki jumlah kromososm sebanyak 2 kali lipat atau kromosom mengalami penggandaan (Corebima, 2000).

Generasi gamet tidak tereduksi juga terkait dengan kelainan meiosis (Bretagnolle & Thompson, 1995). *Cytokinesis* belum matang segera mengikuti pembelahan meiosis pertama tanpa memasuki meiosis kedua, atau jika tubuh kutub dibungkus kembali ke dalam pronukleus betina, dapat menghasilkan gamet yang tak tereduksi, *cromatid sister* tidak terpisah atau tubuh kutub kedua tidak dapat memasuki fase meiosis kedua (Liu, 2010). Penyimpangan selama meiosis ini terjadi dikarenakan gen dan hormon dalam organisme. Gen akan ditranslasikan membentuk sebuah protein. Protein akan membentuk hormon. Jumlah hormon yang dihasilkan oleh kelenjar endokrin berupa hormon steroid akan mempengaruhi proses gametogenesis (Hoar, Randall, & Brett, 1979). Penyimpangan pembelahan meiosis dan mitosis di mikrotubul juga diakibatkan oleh adanya paparan suhu. Suhu dan tekanan hidrostatik dapat menginduksi terjadinya poliploidi pada ikan dengan efek menghambat peloncatan *polar body* karena rusaknya spindel meiosis (Corebima, 2000). Suhu juga menyebabkan kerusakan FMA (*furrow microtubule array*)

micotubule. FMA (*furrow microtubule array*) merupakan kumpulan microtubule yang bertugas membentuk palung pembelahan. Kerusakan FMA *microtubule* menyebabkan sel tidak mampu melakukan sitokinesis, sehingga terbentuk poliploid dalam sel tersebut (Guertin, Trautmann, & McCollum, 2002). Kerusakan benang spindel terjadi dari pembelahan meiosis ke dua akibat meningkatnya tekanan hidrostatik (Corebima, 2000).

Poliploidi juga dapat disebabkan oleh polispermi, polispermi merupakan pembuahan telur tunggal dengan lebih dari satu sperma (Mable, 2011). Polispermi fisiologi merupakan kondisi dimana beberapa sperma menembus ke dalam sel telur, tetapi hanya satu pronukleus sperma yang bergabung dengan sel telur haploid inti. Sel telur mempunyai dua lapisan, lapisan dalam berupa vitelin dan lapisan terluar berupa korion. Lapisan terluar (korion) sangat sensitif terhadap suhu. Jika lapisan tersebut terpapar suhu, maka korion akan rusak sehingga dapat menyebabkan lebih dari satu sperma memasuki sel telur (Risnandar, 2001).

Ketinggian tempat berpengaruh terhadap tingkat ploidi karena ketinggian tempat mempunyai suhu yang rendah dan tekanan yang tinggi sehingga dapat mempengaruhi benang spindel (gagal berpisah). Peristiwa ini terjadi pada tahap anafase, dimana pada tahap ini terjadi penarikan kromosom oleh benang spindel kearah kutub yang berlawanan. Benang spindel tersusun oleh hetero dimer yang terdiri dari tubulin α dan tubulin β. Tubulin α dan tubulin β akan berikatan membentuk dimer dan nantinya akan menjadi protofilamen. Tubulin α dan tubulin β dalam berikatan membutuhkan GTP. GTP dihasilkan dari metabolisme. Proses metabolisme membutuhkan enzim. Kerja enzim dipengaruhi oleh suhu, dimana dengan suhu yang rendah enzim akan inaktif dan suhu yang tinggi enzim mengalami denaturasi.

4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ketinggian tempat memiliki efek pada tingkat poliploidi *Trichogaster trichopterus*. Ketinggian yang rendah tidak berbeda secara signifikan dari ketinggian sedang, tetapi ketinggian sedang berbeda secara signifikan dari ketinggian tinggi. Faktor yang mempengaruhi jumlah poliploidi adalah faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi multiplikasi kromosom, polispermi, *nondisjunction* (NDJ), gamet tidak mengurangi, fusi dan sentris fisi, sedangkan faktor eksternal adalah suhu dan tekanan udara. Rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut adalah menggunakan metode lain untuk mengidentifikasi keberadaan poliploidi dalam suatu organisme.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Bretagnolle, F., & Thompson, J. D. Gametes with the Stomatic Chromosome Number: Mechanisms of Their Formation and Role in the Evolution of Autopolypoid Plants. *New Phytologist*. 1995; 129(1): 1–22. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1995.tb03005.x

[2] Carman, O., Oshiro, T., & Takashima, F. Estimation of effective condition for induction of triploidy in goldfish, Carassius auratus Linnaeu. *Journal of the Tokyo University of Fisheries*. 1991.

[3] Cires, E., Cuesta, C., Vargas, P., & Prieto, J. A. F. Unravelling the evolutionary history of the polyploid complex ranunculus parnassiifolius (ranunculaceae). *Biological Journal of the Linnean Society*. 2012; 107(3): 477–493. https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2012.01968.x

[4] Corebima, A. D. Genetika Mutasi dan Rekombinasi. Malang: FMIPA UM. 2000.

[5] Diallo, A. M. Coexistence and performance of diploid and polyploid Acacia senegal (L.) Willd: implications for adaptation and domestication in the Sahel. University of Copenhagen Rolighedsvej. 2015.

[6] Froese, R. (Rainer), & Pauly, D. (Daniel). FishBase 2000: concepts, design and data sources. 2000.

[7] Guertin, D. A., Trautmann, S., & McCollum, D. Cytokinesis in Eukaryotes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2002; 66(2): 155–178. https://doi.org/10.1128/MMBR.66.2.155-178.2002
[8] Hoar, W. S., Randall, D. J., & Brett, J. R. Fish Physiology (Vol. 8). London: ACADEMIC PRESS, INC. 1979. https://doi.org/10.1016/S1546-5098(08)60020-5
[9] Kadi, A. Manipulasi Poliploidi Untuk Memperoleh Jenis Baru Yang Unggul. *Oseana*. 2007; XXXII(4): 1–11.
[10] Kim, S., Lee, D., & Rayburn, A. L. Analysis of Active Nucleolus Organizing Regions in Polyploid Prairie Cordgrass (Spartina pectinata Link) by Silver Staining. *Cytologia*. 2015; 80(2): 249–258. https://doi.org/10.1508/cytologia.80.249
[11] Kottelat, M., Whitten, A., Kartikasari, S., & Wirjoatmodjo, S. Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi. Jakarta: Periplus Edition (HK) Ltd. dan Proyek EMDI KMNLH. 1993.
[12] Leggatt, R. A., & Iwama, G. K. Occurrence of polyploidy in the fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2003; 13(3): 237–246. Retrieved from https://doi.org/10.1023/B:RFBF.0000033049.00668.fe
[13] Liu, S. J. Distant hybridization leads to different ploidy fishes. *Science China Life Sciences*. 2010; 53(4): 416–425. https://doi.org/10.1007/s11427-010-0057-9
[14] Mable, B. K., Alexandrou, M. A., & Taylor, M. I. (2011). Genome duplication in amphibians and fish: an extend synthesis. *Journal of Zoology*. 2011; 284(7): 151–182. https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2011.00829.x
[15] Murjani, A. Budidaya beberapa varietas ikan sepat rawa (Trichogaster trichopterus Pall) dengan pemberian pakan komersial. Lampung: Fakultas Perikanan Universitas Lampung Mangkurat. 2010.
[16] Paule, J., Kolář, F., & Dobeš, C. Arctic-alpine and serpentine differentiation in polyploid Potentilla crantzii. *Preslia*. 2015; 87(2): 195–215.
[17] Phillips, R. B., Zajicek, K. D., Ihssen, P. E., & Johnson, O. Application of silver staining to the identification of triploid fish cells. *Aquaculture*. 1986; 54(4): 313–319. https://doi.org/10.1016/0044-8486(86)90275-9
[18] Piferrer, F., Beaumont, A., Falguière, J., Flajshans, M., Haffray, P., & Colombo, L. Polyploid fi sh and shell fi sh : Production , biology and applications to aquaculture for performance improvement and genetic containment. *Aquaculture*. 2009; 293(3–4): 125–156. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.04.036.
[19] Purwantara, S. Studi Temperatur Udara Terkini di Wilayah di Jawa Tengah dan DIY. *Informasi*. 2009; 37(2): 11–30.
[20] Ramsey, J., & Ramsey, T. S. (2014). Ecological studies of polyploidy in the 100 years following its discovery. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2014; 369: 15–19. https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0352
[21] Risnandar, D. Pengaruh Umur Zigot pada Saat Kejutan Panas terhadap Keberhasilan Triploidisasi serta Kelangsungan Hidup Embrio dan Larva Ikan Jambal Siam (Pangasius hypopthalmus). Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2001.
[22] Rottmann, R. W., Shireman, J. V., & Chapman, F. A. Induction and Verification of Triploidy in Fish. *SRAC Publication*. 1991; (427): 1–2. Retrieved from https://srac.tamu.edu/serveFactSheet/90
[23] Schinkel, C. C. F., Kirchheimer, B., Dellinger, A. S., Klatt, S., Winkler, M., Dullinger, S., & Hörandl, E. Correlations of polyploidy and apomixis with elevation and associated environmental gradients in an alpine plant. AoB Plants. 2016; 8: plw064. https://doi.org/10.1093/aobpla/plw064
[24] Song, C., Liu, S. J., Xiao, J., He, W. G., Zhou, Y., Qin, Q. B., & Liu, Y. Polyploid organisms. *Science China Life Sciences*. 2012; 55(4): 301–311. https://doi.org/10.1007/s11427-012-4310-2
[25] Soto-Trejo, F., Palomino, G., Villaseñor, J. L., & Crawford, D. J. (2013). Polyploidy in Asteraceae of the xerophytic scrub of the Ecological Reserve of the Pedregal of San Angel, Mexico City. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2013; 173(2): 211–229. https://doi.org/10.1111/boj.12080.

[26] Taylor, E. W. The Mechanism of Colchicine Inhibition of Mitosis. *The Journal of Cell Biology*. 1965; 25: 145–160. https://doi.org/10.1083/jcb.25.1.145.
[27] Thorgaard, G. H. Chromosome Set Manipulation and Sex Control in Fish. Fish Physiology. 1983; 9: 405–434. https://doi.org/10.1016/S1546-5098(08)60308-8.
[28] Thorgaard, G. H., Jazwin, M. E., & Stier, A. R. Polyploidy Induced by Heat Shock in Rainbow Trout. Transactions of the American Fisheries Society. 1981; 110(4): 546–550. https://doi.org/10.1577/1548-8659(1963)92.
[29] Tomasello, S. Polyploidy and high mountain environments: Evolutionary processes at different scales in the subtribe Leucanthemopsidinae (Compositae, Anthemideae). Universität Regensburg. 2014.
[30] Warianto, C. Mutasi. Surabaya: Publish. 2011.
[31] Wei, R., Ree, R. H., Sundue, M. A., & Zhang, X.-C. Polyploidy and elevation contribute to opposing latitudinal gradients in diversification and species richness in lady ferns (Athyriaceae). *BioRxiv*. 2018; 4. https://doi.org/10.1101/351080.
[32] World Bank. Integrating Freshwater Biodiversity Conservation with Development: Some Emerging Lessons. 1998.
[33] Xie-Kui, C., Cheng-Qi, A., Zhang, Q., Chen, L. T., & Liu, J. Q. Diploid and tetraploid distribution of allium przewalskianum regel. (liliaceae) in the qinghai-tibetan plateau and adjacent regions. Caryologia. 2008; 61(2): 192–200. https://doi.org/10.1080/00087114.2008.10589629

Perancangan Sistem Pakar untuk Penentuan Kesesuaian Jenis Palawija dan Kondisi Lahan

Endang Sulistiyani

Program Studi Sistem Informasi Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya 60237
E-mail: sulistiyani.endang@unusa.ac.id

Abstrak

Peningkatan kualitas dan kuantitas komoditas pertanian dapat dilakukan dengan menghindari ketidaksesuaian pengolahan lahan dengan karakteristik lahan. Akan tetapi, tidak jarang petani mengalamai kesulitan dalam menentukan kesesuaian lahan. Hal ini dikarenakan pengetahuan dan pemahaman petani terkait karakteristik lahan yang akan diolah dan jenis tanaman yang ditanam masih kurang dan data yang benar terkait karakteristik lahan sulit diperoleh. Oleh karena itu dibutuhkan sistem pakar. Sistem dikembangkan dalam tiga langkah. Pertama, penggalian kebutuhan sistem pakar, kedua pembangunan sistem, dan terakhir pengujian sistem. Terdapat 5 faktor terkait karakteristik lahan, yaitu ketinggian tempat, temperatur udara, tekstur tanah, pH tanah, dan juga curah hujan untuk menentukan kesesuian jenis tanaman yang akan ditanam. Sistem ini memiliki 1080 aturan dengan 216 aturan untuk setiap tipe tanaman, dan 3 kemungkinan kesimpulan kesesuaian, yaitu sesuai, kurang sesuai, dan tidak sesuai. Hasil validasi untuk sistem ini berupa nilai rata-rata untuk masing-masing kategori yang menunjukkan bahwa responden setuju, baik terhadap fungsionalitas sistem bernilai 2,8. Keakuratan hasil kesimpulan yang dihasilkan oleh sistem bernilai 2,9 untuk hasil sesuai dengan kenyataan dan bernilai sebesar 3,0 untuk hasil membantu pengguna, serta untuk kepuasan dari responden untuk keseluruhan sistem pakar bernilai 2,9. Sementara untuk tampilan dari sistem pakar masih terlalu standar dan kurang menarik bernilai 2,6.

.

Kata Kunci: Sistem pakar, Kesesuaian, Palawija, Jenis lahan.

1. PENDAHULUAN

Sebagai salah satu sektor industri, pertanian memiliki peranan penting terkait ketahanan pangan bagi kehidupan manusia. Ketahanan pangan nasional saat ini terencam oleh adanya luas lahan sawah irigasi di Jawa yang menyusut, produksi dan produktifitas melandai, perubahan iklim yang tidak mendukung, serta Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang menyerang (Mulyani, 2001). Sebagai organisasi dunia yang menangani permasalahan terkait pertanian, Food and Agriculture Organisation (FAO) menetapkan strategic framework yang bertujuan untuk mengatasi kekurangan pangan dunia dengan memasukkan informasi sebagai salah satu elemen kuncinya (Salokhe, 2004). Oleh karenanya, lahan yang tersedia perlu dimanfaatkan dengan sebaik mungkin guna meningkatkan kualitas dan kuantitas komoditas pertanian.

Peningkatan kualitas dan kuantitas komoditas pertanian dapat dilakukan dengan menghindari ketidaksesuaian pengolahan lahan dengan karakteristik lahan. Karena ketidaksesuaian ini dapat menghambat proses bercocok tanam dan menyebabkan gagal panen sehingga secara tidak langsung peningkatan kualitas dan kuantitas komoditas pertanian tidak tercapai (Prasetyo, 2006).

Akan tetapi, tidak jarang petani mengalamai kesulitan dalam menentukan kesesuaian lahan. Hal ini dikarenakan pengetahuan dan pemahaman petani terkait karakteristik lahan yang akan diolah dan jenis tananman yang ditanam masih kurang dan data yang benar terkait karakteristik lahan sulit diperoleh. Dibutuhkan waktu yang tidak sebentar dan biaya yang tidak kecil untuk

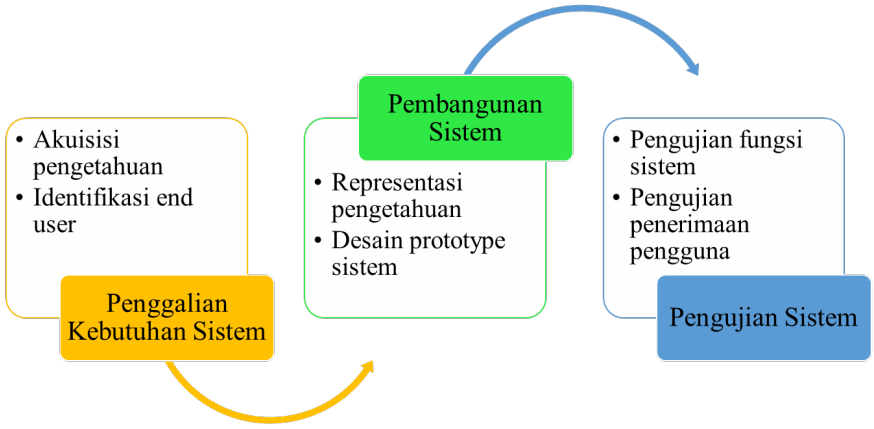
mendapatkan semua pengetahuan yang dibutuhkan. Apabila semuanya terbatas waktu dan biaya, maka sistem pendukung keputusan yang terkomputerisasi dibutuhkan (Amien, Nopember 1997).

Keputusan terkait apa dan bagaimana sebaiknya pemanfaatan lahan yang dilakukan oleh petani perlu dibantu dengan adanya sistem pakar (Wai, 2005). Penentuan kesesuaian lahan oleh petani dan proses penyebaran informasi dan pengetahuan melalui aplikasi yang dapat dikses kapan saja, dimana saja, serta dengan jangkauan yang lebih luas dapat terbantu dengan keberadaan sistem pakar ini.

Pembuatan sebuah Sistem Pakar Untuk Menentukan Kesesuain Jenis Tanaman Palawija dengan Jenis Lahan Yang Tersedia menjadi tujuan penelitian ini. faktor penghambat, saran manajerial untuk mengatasi faktor penghambat, dan lokasi yang sesuai bagi tanaman palawija tertentu dapat diidentifikasi oleh sistem pakar ini. Harapannya, dampak risiko kesalahan pemilihan jenis tanaman palawija yang akan ditanam pada suatu lahan tertentu dapat dikurangi dengan adanya perbandingan kondisi lahan dengan persyaratan tumbuh tanaman melalui penelitian ini.

2. METODOLOGI

Guna mengembangkan sistem pakar, penelitian ini dilaksanakan dalam 3 langkah utama. Pertama, penggalian kebutuhan sistem pakar, kedua pembangunan sistem, dan terakhir pengujian sistem. Detail metodologi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 3. Metodologi Penelitian

Tahapan pertama terdiri dari 2 hal, yakni akuisisi pengetahuan dan identifikasi pengguna akhir. Akuisisi pengetahuan sistem pakar dilakukan menggunakan dua metode, yaitu wawancara dengan pakar dan analisa dokumen terkait. Narasumber yang dipilih sebagai pakar adalah pengurus urban farming ITS dan dinas pertanian. Sementara dokumen yang dianalisa adalah Data penyuluhan Dinas Pertanian dan Makalah dengan judul "PENENTUAN PEMANFAATAN LAHAN – Kajian Land Use Planning. Penentuan pengguna akhir sistem didasarkan pada permasalahan yang dijelaskan pada latar belakang, yakni kesulitan petani dalam menentukan jenis tanaman yang tepat ditanam berdasarkan jenis lahan yang tersedia karena kurangnya pengetahuan yang dimiiki.

Tahapan pembangunan sistem dimulai dengan representasi pengetahuan yang telah diperoleh dari proses akuisisi. Representasi pengetahuan dapat berupa fakta dan juga aturan. Prototype dari sistem pakar dibuat menggunakan tools McGoo (IS Bulider) karena adanya kebutuhan node (aturan) sebanyak 1080 yang didukung oleh McGoo (McGoo, 2009). Desain arsitektur sistem pakar dan inferencing menjadi bagian dalam pembangunan sistem. Desain arsitektur mendeskripsikan isi dari komponen sistem pakar, yaitu knowledge base, database, inference-engine, user interface, explanation facilities. Sementara Inferencing dilakukan dengan metode

Backward Chaining, yang cara kerjanya lebih pada memastikan apakan tanaman yang ditanam oleh user telah sesuai dengan kondisi lahan yang dimiliki.

Tahapan terakhir adalah pengujian sistem yang meliputi dua hal, yaitu pengujian fungsi sistem dan penerimaan pengguna. Pengujian fungsi sistem dilakukan dengan bantuan beberapa test case yg sudah dipersiapkan. Sedangkan pengujian yang bertujuan untuk melihat penerimaan pengguna menggunakan bantuan kuesioner yang akan diberikan kepada pengguna yang telah mencoba sistem pakar ini dan akan memberikan penilaiannya melalui kuesioner yang dibagikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penggalian kebutuhan

Akuisisi pengetahuan melalui wawancara dan analisa dokumen menghasilkan 3 faktor yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi lahan, yaitu topografi, iklim, dan tanah. Berdasarkan wawancara dengan pakar, penentuan tanaman yang akan ditanam biasanya dilihat terlebih dahulu kondisi lahan dan kondisi lingkungan sekitar. Kondisi lahan bisa meliputi tekstur, kedalaman, dan drainase tanah. Sedangkan kondisi lingkungan meliputi ketersediaan perairan, kerentanan bencana, dan juga temperatur udara (Djaenuddin, 2003).

Toporafi yang dimaksud terkait evaluasi lahan adalah bentuk wilayah dan ketinggian tempat di atas permukaan laut. Faktor iklim ini berkitan dengan suhu udara dan curah hujan. Apabila data suhu ini tidak tersedia, suhu udara diperkirakan berdasarkan ketinggian tempat dari permukaan laut. Sementara itu curah hujan untuk keperluan penilaian kesesuaian lahan biasanya dinyatakan dalam jumlah curah hujan tahunan yaitu jumlah bulan kering dan jumlah bulan basah. Faktor kondisi tanah dalam evaluasi kesesuaian lahan dilihat dari beberapa sifat dan karakteristik tanah diantaranya drainase tanah, tekstur, kedalaman, retensi hara, bahaya erosi, dan pH. Tekstur merupakan kombinasi partikel halus tanah, aitu pasir, debu, dan liat.

Pengguna akhir dari sistem pakar ini adalah lembaga/organisasi petani. Dengan memanfaatkan sistem pakar ini, para petani dapat menganalisa lahan yang mereka miliki dan menentukan tanaman apa yang akan ditanam sesuaid dengan kondisi lahan yang dimilikinya. Selain itu, sistem pakar ini juga dapat dimanfaatkan oleh pihak lain untuk membantu petani yang kurang mampu memanfaatkan teknologi. Pihak lain nantinya dapat menjadi perantara bagi petani untuk mengolah kondisi lahan yang disampaikan oleh petani dan memprosesnya pada sistem pakar. Pihak lain ini dapat berupa mahasiswa.

B. Pembangunan Sistem Pakar

Pengetahuan yang diperoleh dari proses akuisisi, baik melalui pakar secara langsung maupun literatur berbentuk buku selanjutnya direpresentasikan guna menjadi acuan dalam pembangunan sistem pakar. Representasi pengetahuan berupa fakta dan juga aturan. Pada pengembangan sistem pakar ini, pengetahuan yang diperoleh direpresentasikan dalam tiga hal, yaitu fakta dari karakteristik lahan yang berpengaruh pada jenis tanaman, aturan untuk karakteristik lahan yang sesuai dengan tanaman, dan juga fakta dari aturan yang ada.

Beberapa karakteristik lahan yang mempengaruhi jenis tanaman palawija yang akan ditanam beserta bilangan linguistik dan kisaran datanya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Karakteristik Lahan

Karakteristik lahan	Nilai linguistik	Kisaran data
Ketinggian tempat (m dpl)	Dataran rendah	<=700
	Dataran tinggi	>700
Temperatur udara (oC)	Dingin	< 17
	Sejuk	18-25

 E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

Karakteristik lahan	Nilai linguistik	Kisaran data
	Hangat	26-35
	Panas	>=36
Curah hujan (mm)	Rendah	< 300
	Sedang	301-1600
	Tinggi	>1601
pH	Asam	<6
	Netral	6.1-7.8
	Basa	>7.9
Tekstur	Kasar (k)	Pasir atau pasir berlempung
	Halus (h)	lempung berpasir sangat halus, lempung, lempung debu, debu
	Lembut (l)	Liat berpasir, liat, atau liat berdebu

Berdasarkan data pada Tabel 1 terlihat bahwa, terdapat lima karakteristik lahan yang berpengaruh pada kesesuaian penanaman jenis tanaman palawija, yaitu ketinggian tempat, temperature udara, curah hujan, pH, dan tekstur tanah. Terdapat dua faktor utama yang menentukan kesesuaian tanaman dengan kondisi lahan, yaitu ketinggian tempat dan temperatur udara.

Sementara itu aturan untuk kesesuaian jenis tanaman palawija dengan kondisi lahan sebanyak 1080 dengan rincian 216 untuk setiap jenis tanaman palawija. Rangkuman aturan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Atran Kesesuaian Jenis Palawija dan Lahan

Nama Tanaman	Rule yang Sesuai
Jagung	IF **Jenis Tanaman** Jagung AND **ketinggian** dataran rendah atau dataran tinggi AND **tekstur tanah** kasar atau halus AND **temperatur udara** pada lahan Anda adalah sejuk atau hangat AND **pH** asam atau netral AND **curah hujan** rendah atau sedang atau tinggi THEN **SESUAI**
Kedelai	IF Jenis Tanaman Kedelai AND **ketinggian** dataran rendah atau dataran tinggi AND **tekstur tanah** kasar dan halus atau lembut AND **temperatur udara** pada lahan Anda adalah sejuk atau hangat AND **pH** asam atau netral AND **curah hujan** sedang THEN **SESUAI**
Tembakau	IF Jenis Tanaman Tembakau AND **ketinggian** dataran rendah atau dataran tinggi AND **tekstur tanah** kasar dan halus atau lembut AND **temperatur udara** pada lahan Anda adalah sejuk atau hangat AND **pH** asam atau netral AND **curah hujan** sedang atau tinggi

	THEN **SESUAI**
Cabai	IF Jenis Tanaman cabai AND **ketinggian** dataran rendah atau dataran tinggi AND **tekstur tanah** kasar atau halus AND temperatur udara pada lahan Anda adalah sejuk atau hangat AND **pH** netral AND **curah hujan** sedang THEN **SESUAI**
Kacang tanah	IF Jenis Tanaman Kacang Tanah AND **ketinggian** dataran rendah AND **tekstur tanah** kasar atau halus AND temperatur udara pada lahan Anda adalah hangat AND **pH** netral AND **curah hujan** sedang THEN **SESUAI**

C. Pengujian Sistem

Validasi sistem pakar dilakukan dengan membuat test case terhadap aturan pada sistem pakar. Test case berisi jenis palawija yang ingin ditanam beserta kondisi lahan yang tersedia, mulai dari ketinggian, tekstur, temperature, pH, dan curah hujan. Contoh rencana test case yang digunakan pada pengujian validasi sistem pakar disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Contoh Rencana Test Case

User	Test case
1	Tanaman cabai (dataran rendah, tekstur tanah halus, temperature udara hangat, pH netral dan curah hujan sedang)
2	Tanaman kacang (dataran rendah, tekstur tanah halus, temperature udara hangat, pH netral dan curah hujan sedang)
3	Kedelai (dataran rendah, tekstur tanah halus, temperature udara hangat, pH netral dan curah hujan sedang)
4	Tembakau (dataran rendah, tekstur kasar, temperature udara sejuk, pH netral dan curah hujan sedang)
5	Cabai (dataran tinggi, tanah lembut, temperature udara sejuk, pH netral, dan curah hujan sedang)

Sementara itu, untuk menghimpun data lebih detail terkait penerimaan pengguna terhadap sistem digunakan kuisioner sebagai metodenya. Dalam kuesioner ini terdapat beberapa pertanyaan yang berisikan penilaian terhadap sistem pakar ini. Contoh kuesionernya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 10 Contoh Kuesioner Penerimaan Pengguna

Nama :
Status :
Apakah Anda memiliki keluarga petani? Ya | Tidak
Keterangan
STS : Sangat Tidak Setuju | **TS** : Tidak Setuju | **S** : Setuju | **SS** : Sangat Setuju

No	Pertanyaan	Jawaban			
		STS	TS	S	SS
1	Apakah sistem pakar ini mudah digunakan?				

2	Apakah tampilan dari sistem pakar ini menarik?				
3	Apakah sistem ini bisa dijalankan dengan baik tanpa eror?				
4	Apakah hasil (kesimpulan) dari sistem pakar ini sesuai dengan kenyataan?				
5	Apakah hasil (kesimpulan) yang diberikan sistem pakar ini dapat membantu Anda?				
6	Secara keseluruhan apakah sistem pakar ini memuaskan?				

Kuesioner disebarkan kepada kepada 40 responden. Berikut adalah hasil kuesioner yang telah dilakukan dan telah dikonversi hasilnya kedalam bentuk nilai (lihat Tabel 5).

Sangat Tidak Setuju : 1
Tidak Setuju : 2
Setuju : 3
Sangat Setuju : 4

Tabel 5. Hasil Rekap Kuesioner

Nama	**Pertanyaan**						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Bekti	YA	3	3	3	3	3	3
Saifu	YA	3	2	3	3	2	3
……	……	…..	…..	……	…..	…….	…..
Hippo	TIDAK	2	3	3	3	3	3
Hafi	TIDAK	2	2	3	3	3	2
RATA-RATA		**2.9**	**2.6**	**2.8**	**2.9**	**3.0**	**2.9**

Secara keseluruhan sistem pakar yang dibangun sudah menjawab permasalahan yang dihadapi oleh beberapa target pengguna. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata untuk masing-masing kategori menunjukkan bahwa responden setuju, baik terhadap fungsionalitas sistem, keakuratan hasil (kesimpulan) yang dihasilkan oleh sistem, dan juga kepuasan dari responden untuk keseluruhan sistem pakar. Sementara untuk tampilan dari sistem pakar masih terlalu standard dan kurang menarik. Hal ini didukung dengan banyaknya saran dari responden terkait perbaikan tampilan dari sistem.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan berisi ringkasan hasil penelitian/kajian. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kesesuain jenis tanaman palawija dengan kondisi lahan yang tersedia dilihat dari 5 karakteristik lahan, yaitu ketinggian tempat, temperatur udara, tekstur tanah, pH tanah, dan juga curah hujan pada daerah tersebut.
2. Sistem pakar untuk menentukan kesesuain jenis tanaman dengan kondisi lahan yang tersedia dibuat dengan lima karakteristik lahan, 1080 aturan secara keseluruhan dengan rincian 216 aturan untuk masing-masing jenis tanaman, dan tiga kemungkinan hasil (kesimpulan) kesesuaian, yaitu sesuai, kurang sesuai, dan tidak sesuai.
3. Hasil validasi untuk sistem ini menujukkan nilai rata-rata untuk masing-masing kategori menunjukkan bahwa responden setuju, baik terhadap fungsionalitas sistem bernilai 2,8, keakuratan hasil kesimpulan yang dihasilkan oleh sistem bernilai 2,9 untuk hasil sesuai dengan kenyataan dan bernilai sebesar 3,0 untuk hasil membantu pengguna, dan juga kepuasan dari responden untuk keseluruhan sistem pakar bernilai 2,9. Sementara untuk tampilan dari sistem pakar masih terlalu standard dan kurang menarik bernilai 2,6.

Guna mengembangkan sistem pakar ini kedepannya, terdapat beberapa saran yang didapatkan dari hasil pengerjaan penelitian ini, yaitu:

1. Diperlukan informasi tambahan pada bagian kesimpulan seperti informasi tanaman yang sesuai dengan jenis lahan tersebut, cara menanam tanaman tertentu dengan kondisi lahan yang ada serta beberapa informasi tambahan lainnya.
2. Pengembangan secara luas kedepannya, aplikasi ini dapat diintegrasikan dengan database lokasi lahan di Indonesia dan dijadikan sebagai salah satu rekomendasi lokasi lahan yang tepat untuk tanaman tertentu. Hal ini akan meningkatkan fungsionalitas sistem dan meningkatkan jumlah pengguna dengan kebutuhan yang lebih besar, seperti bisnis cocok tanam dengan memanfaatkan lahan yang tersedia di Indonesia.
3. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada sistem ini juga dapat menjadi hal yang bisa dikembangkan kedepannya. Dengan memanfaatkan database lahan tadi, kategori lahan dapat divisualisasikan pada peta SIG untuk mempermudah pengguna menemukan lokasi lahan yang tepat.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Amien, I., Sosiawan, H., dan Susanti, E. Agroekologi dan Alternatif Pengembangan Pertanian di Kalimantan. *Prosiding Temu Konsultasi Sumberdaya Lahan Untuk Pembangunan Wilayah Kalimantan.*1997; 93-114.

[2] Djaenuddin, D. *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian.* Bogor: Balai Penelitian Tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian. 2003.

[3] McGoo. Diakses pada 25 Oktober 2014, www.McGoo.com/esbuilder/help/mainHelp.php

[4] Mulyani, A. Peluang Pemanfaatan Lahan Tidur Untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pangan di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian.* 2001; 20(1): 9-16.

[5] Prasetyo BH, Suriadikarta DA. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian.* 2006; 25(2): 39-46.

[6] Salokhe, G. FAO's Role in Information Management and Dissemination Challenges, Inovation, Success, Lesson Learned. 2004. Diakses pada Desember 2007, http://www.fao.org

[7] Wai, K. S. dkk. Expert System in Real World Applications. 2005. Diakses pada Maret 2008, from http://www.generation5.com/

Aplikasi DIY *Smart Trash* berbasis IoT *Open Platform*

Rizqi Putri Nourma Budiarti[1*], Jordan Maulana[2] dan Sritrusta Sukaridhoto[3]

[1]Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya
[2]E-Business, Marketing, PT. Sinergi Informatika Semen Indonesia, Gresik
[3]Departemen Multimedia Kreatif, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya
[*]*E-mail*: rizqi.putri.nb@unusa.ac.id

Abstrak

Sampah merupakan hal yang tidak asing lagi bagi manusia saat ini. Bagi orang-orang yang tidak bertanggung jawab akan berfikir bahwa sampah dapat dibuang dimana saja, bahkan ada yang meletakkan sampah dengan mudahnya sambil meninggalkan sampah tersebut secara sembarangan tanpa berpikir bahwa ada tempat sampah yang layak dan sesuai dengan peruntukannya. Ketidaksadaran dalam membuang sampah secara sembarangan inilah yang dapat merusak pemandangan di area sekitar tempat itu. Saat ini, sangat banyak produk-produk sampah yang pintar di pasaran dalam memecahkan permasalahan sampah bahkan memudahkan pemiliknya. Namun, produknya sangat mahal dan biasanya setiap orang sudah menyediakan tempat sampahnya sendiri dirumah. Oleh karena itu, kami mengusulkan sebuah aplikasi DIY (*Do It Yourself*) *Smart Trash* berbasis IoT (*Internet of Things*) *Open Platform.* Aplikasi DIY *Smart Trash* dengan *IoT Open Platform* ini terdiri dari platform terbuka yang menyediakan monitoring web dan visualisasi interaktif yang ditampilkan dalam *dashboard*, layanan MQTT (*MQ Telemetry Transport*), Kafka, database untuk menerima data dan *push notification* untuk dapat memberitahukan kepada pengguna. Kami juga mnggunakan sistem *embedded* dan menyediakan source code untuk *Arduino, Redbear, Raspberry Pi3* dan *Raspberry Pi Zero W* untuk membangun DIY *Smart Trash*. Dengan menggunakan aplikasi DIY *Smart Trash,* secara tidak langsung dapat mengurangi biaya manajemen sampah di setiap rumah. Selain itu dari segi harga, DIY *Smart Trash* memiliki harga yang lebih terjangkau daripada yang lain.

Kata Kunci: DIY *Smart Trash, Internet of Things, Open Platform*, Pemantauan Sampah, Manajemen Sampah.

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan manajemen sampah sangat diperlukan masyarakat saat ini, dengan adanya keberadaan bank sampah yang tersedia diberbagai lokasi, diharapkan mampu merubah budaya masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya dan mulai turut andil dalam pengelolaan sampah. Pengelolaan sampah dapat dimulai dari lingkungan sekitar kita, di setiap rumah biasanya sudah tersedia tempat pembuangan sampah yang biasanya sudah ada dan berada di depan rumah tiap masyarakat. Namun selama ini tempat sampah yang ada masih belum dalam kategori "Smart Trash" atau tempat sampah pintar yang bisa memberitahukan pemilik atau orang yang berwenang terhadap sampah itu bahwa sampahnya dalam keadaan penuh dan harus segera dibuang. Selain itu, bagi masyarakat perkotaan yang mobilitasnya tinggi sering kali terlupa untuk membuang sampah dapurnya ke tempat pembuangan sampah akhir sehingga secara tidak langsung membuat kondisi rumah yang ditempati menjadi bermasalah dengan bau dan sumber penyakit. Walaupun sebenarnya mereka sudah memiliki kesadaran untuk membuang sampah di tempat sampah yang tersedia.

Kata "Sampah" diambil dari definisinya sesuai UU No.18 Tahun 2008, merupakan sisa hasil dari kegiatan manusia sehari-hari dan/atau proses alam yang berbentuk padat dimana

pengelolaannya secara teknis dari kegiatan yang sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan yang dapat mengurangi, menangani dan melakukan pemanfaatan sampah (Indonesia, 2008). Pemerintah pun mengharapkan agar dalam kegiatan pengelolaan sampah, masyarakat dapat berperan aktif maupun berperan secara pasif karena sebagian besar penghasil limbah adalah masyarakat. Beberapa contoh sampah yang sering dihasilkan masyarakat diantaranya sisa makanan, sampah kertas, gelas, kaca, plastik, kaleng, logam, kardus, barang bekas, sampah limbah seperti sampah limbah baterai, sampah limbah oli, sampah limbah obat-obatan (limbah medis lainnya), dll.

Dalam pengelolaan sampah pada masyarakat, upaya pemerintah untuk menyediakan dan memfasilitasi teknologi terapan yang ramah lingkungan, dimana masyarakat bisa merasakan dampak dari pengurangan sampah secara langsung. Teknologi yang dikembangkan diharapkan mampu mengurangi berbagai permasalahan sampah yang secara langsung dapat mengganggu lingkungan dan secara tidak langsung juga dapat mengganggu pelayanan masyarakat salah satunya adalah apabila sampah dibuang sembarangan misalkan di sungai yang dijadikan sebagai sumber air baku masyarakat bisa berakibat pada gangguan prasarana dalam pelayanan pemerintah terhadap persediaan air bersih baik di pedesaan maupun perkotaan.

Oleh karena itu, pengelolaan manajemen sampah memainkan peran penting selain karena kompleksitas dari masalah sampah yang akan muncul baik dapat mengganggu kesehatan masyarakat. Hal ini juga dapat menghambat perkembangan sektor-sektor strategis di suatu negara. Sebagai pertumbuhan penduduk telah meningkat, limbah yang dihasilkan juga meningkat. Seringkali, masalah dalam manajemen sampah disebabkan oleh peralatan yang terbatas, keterbatasan dana dan sumber daya manusia yang terbatas. Meskipun manajemen sampah, biasanya dimulai dari pengumpulan sampah, penghapusan, transportasi dan proses pembuangan ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir).

Kebiasaan yang kadang kita jumpai seringkali orang-orang yang masih mengotori dan bahkan terlupa untuk membuang sampah dapur mereka di pembuangan sampah utama. Seiring dengan berjalannya waktu, diharapkan kesadaran dan partisipasi masyarakat dapat meningkat secara bertahap, terutama dalam pengelolaan sampah sehingga sampah yang harus ditangani secara efisien untuk mengurangi dampak lingkungan. Dampak lingkungan yang bisa membahayakan kehidupan manusia dapat dikurangi dengan berbagai upaya masyarakat yang peduli terhadap lingkungan sekitarnya. Berikut beberapa contoh upaya masyarakat untuk mengurangi dampak lingkungan dapat dilihat sebagai beberapa orang membuat aplikasi untuk mengelola sistem pemantauan kualitas air untuk pengolahan air dengan menggunakan Web Scraping (Budiarti dkk., 2016) dan menciptakan sistem monitoring yang mampu melakukan klasifikasi kualitas air secara interaktif sebagai peringatan awal menggunakan SVM (*Support Vector Machines*) untuk identifikasi persediaan air pada airbaku (Rizqi Putri Nourma Budiarti, 2016).

Untuk membantu manajemen sampah ada banyak produk sampah pintar di pasar. Berikut contoh penggunaan tong sampah pintar diantaranya Bruno, Temboo dan lab Ecube. Bruno menyediakan tong sampah pintar yang membersihkan debu yang berada di depan alat ini secara otomatis. Temboo mendukung pemantauan melalui aplikasi android dan dilengkapi kalender untuk membantu pengguna mengingat terakhir kali mereka membersihkan sampahnya. Ecube lab menyediakan sistem pemantauan sampah untuk memberitahu setiap kali sampah pintar penuh. Namun, beberapa contoh dari penggunaan tong sampah pintar yang terkenal berawal dari memiliki permasalahan yang sama. Mereka terlalu mahal untuk diterapkan di Indonesia. Para pengguna juga harus membeli tempat sampah pintar yang baru walaupun sebenarnya mereka memiliki tong sampah yang lama di rumah walaupun belum dikategorikan sebagai tong sampah pintar. Para pengguna harus berlangganan untuk mendapatkan layanan notifikasi dan membayar

 E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

sejumlah uang dalam penggunaan aplikasi tong sampah pintarnya. Kami mengusulkan IoT *Open Platform* untuk DIY "*Smart Trash"* istilah yang digunakan untuk penggunaan tong sampah pintar dengan konsep platform IoT Terbuka dan DIY-*Do It Yourself* dimana masyarakat bisa membuatnya secara mandiri dan memasangnya sendiri. Kami juga mnggunakan sistem *embedded* dan menyediakan *source code* untuk *Arduino, Redbear, Raspberry Pi3* dan *Raspberry Pi Zero W* untuk membangun IoT *Open Platform* DIY *Smart Trash*. Dalam mengusulkan sistem ini, kita menggunakan *Raspberry Pi Nol W* sebagai sistem *embedded*. IoT *Open Platform* untuk DIY *Smart Trash* terdiri dari:

- Plat Platform Layanan dari Server yang menyediakan monitoring web dan visualisasi interaktif, dashboard, layanan MQTT, Kafka, database dan *push notification.*
- Paket perangkat lunak seperti untuk sistem embedded (*Arduino, Redbear, Raspberry Pi3* dan *Raspberry Pi Zero W*) dengan fungsi menghubungkan ke jaringan Wi-Fi, menghitung jarak dari sensor ultrasonik dan mengirim data melalui protokol MQTT.
- Aplikasi Android DIY *Smart Trash*, terdiri dari peta posisi tong sampah dan sistem notifikasi.

MQTT *(MQ Telemetry Transport)* merupakan protokol pengiriman pesan yang sangat sederhana dimana hanya dirancang untuk mempublikasikan maupun berlangganan pesan dengan meminimalkan penggunaan bandwidth jaringan dan kebutuhan sumber daya perangkat terutama penggunaan aplikasi untuk IoT (*Internet of Things*).

Telah banyak penelitian yang dilakukan seputar implementasi pada penggunaan tong sampah pintar sebagai upaya pengelolaan sampah yang otomatis. Beberapa diantaranya adalah Penelitian yang dilakukan oleh Adil Bashir, Shoaib A, Ab. Rouf K, dan Mohammad S (Bashir dkk., 2013) dimana konsep, desain dan implementasi sistem pengelolaan sampah otomatis. Mereka merancang sebuah metode untuk mengawasi limbah dengan cara yang efisien untuk meminimalkan pemanfaatan sumber daya seperti usaha manusia, waktu dan biaya. Penggunaan sistem sampah cerdas ini dikenal sebagai *Smart Trash Bin*, yang terdiri dari sensor dan transmitter radio frekuensi (RF). *Smart Trash Bin* mengumpulkan status limbah diukur oleh sensor. Terdapat dua jenis sensor yang digunakan di *Smart Trash Bin*. Sensor yang pertama adalah sensor beban yang digunakan untuk mengukur beban sampah di tempat sampah dan yang kedua adalah sensor jarak IR yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat limbah di tempat sampah pintar. Pada penggunaan sensor IR digunakan dua buah sensor IR, satu sensor ditempatkan di tengah *Smart Trash Bin* dan yang kedua ditempatkan di dekat bagian atas *Smart Trash Bin*. Penggunaan pada kedua sensor IR bertujuan untuk membuat keputusan yang lebih handal dan tepat.

Penelitian lain yang telah dilakukan, salah satunya adalah penelitian dari Sandeep, Shriram, Akshay, Namrata dan Rohini (Chaware dkk., 2007) dimana pembuatan sistem pemantauan dengan tong sampah pintar yang menggunakan Internet of Things. Sistem Internet of Things ini menggunakan sensor ultrasonik diletakkan di posisi atas untuk mendeteksi tingkat ketinggian sampah. Sistem ini menggunakan Arduino mikrokontroler, layar LCD dan wifi modem untuk mengirimkan data menuju ke web server dan menampilkannya ke halaman web yang dibangun untuk mengetahui dan memantau penggunaan user dan memberikan tampilan grafis dari sampah-sampah dan menginformasikan sampah yang dikumpulkan dalam warna untuk mengetahui status tingkat sampah yang dikumpulkan. Status tingkat sampah ini dapat dilihat melalui layar LCD. Sistem ini juga menempatkan bel sehingga berbunyi ketika tingkat sampah yang dikumpulkan melintasi batas yang telah ditentukan.

Selain itu, penelitian lainnya dilakukan oleh Herwindra (Berlian dkk., 2016). Penelitian mereka membangun sebuah platform Internet of Things untuk pemantauan lingkungan. Dimana

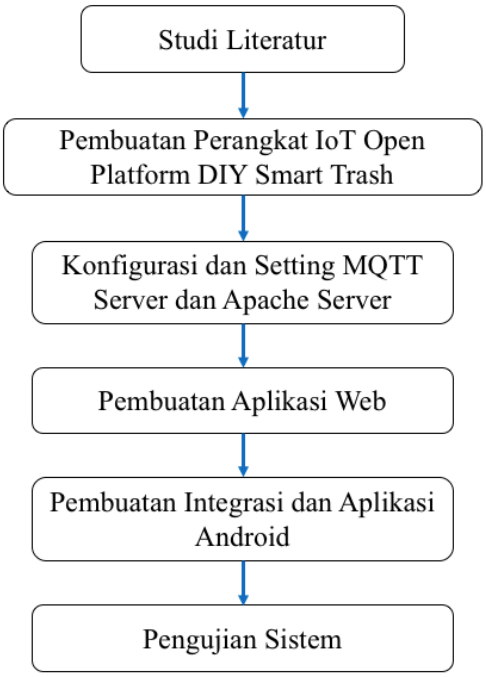
pada penelitian ini kami juga membangun hal serupa namun dikhususkan untuk lokasi dan kondisi aplikasi DIY Smart Trash.

Struktur paper ini disusun sebagai berikut: Pada bagian pertama berisikan pendahuluan. Bagian berikutnya menguraikan metodologi penelitian. Pada bagian ketiga menjelaskan hasil dan pembahasan dimana memaparkan hasil eksperimen yang dilakukan yaitu aplikasi DIY Smart Trash berbasis IoT Open Platform. Pada Bab terakhir menyajikan kesimpulan dari hasil percobaan.

2. METODOLOGI

2.1. Tahapan dalam penelitian

Pada metode penelitian ini menjelaskan mengenai tahapan – tahapan yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan. Pada penelitian ini menunjukkan tahapan atau alur pelaksanaan penelitian seperti yang digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Metodologi Penelitian

2.1.1. Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur dalam mempelajari penelitian-penelitian terkait dan yang dibutuhkan baik mengenai hardware, software dan hal-hal yang diperlukan dalam membangun sistem yang akan dibuat.

2.1.2. Pembuatan Perangkat IoT Open Platform DIY Smart Trash

Pada tahap ini dilakukan pembuatan perangkat *IoT (Internet of Thing) DIY (Do It Yourself) Smart Trash* yang terdiri dari sensor ultrasonic HC-SR04 yang dihubungkan ke sistem benam Raspberry Pi Zero W yang dilengkapi dengan perangkat lunak (OS Raspbian) yang digunakan sebagai unit pemrosesan data dari sensor dan mengirimkan data ketinggian jarak. Desain perangkat sensor dapat dilihat pada Gambar 5.

 E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

2.1.3. Pembuatan Aplikasi Web

Pada tahap ini dilakukan pembuatan aplikasi web yang memfasilitasi monitoring dan pemetaan area penggunaan *DIY Smart Trash.*

2.1.4. Pembuatan Integrasi dan Aplikasi Android

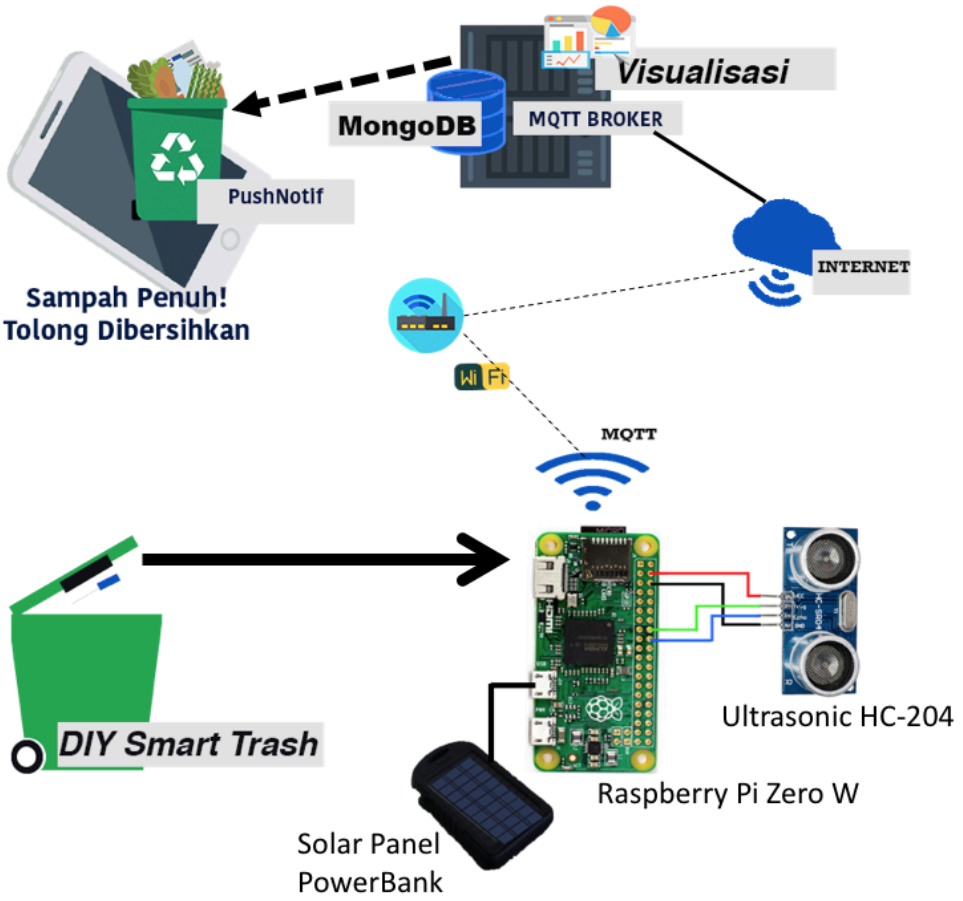
Pada tahap ini dilakukan pembuatan aplikasi android yang diintegrasikan dengan sistem perangkat IoT *Open Platform* DIY *Smart Trash* dan Apache Kafka untuk push-notifikasi dalam memberikan informasi kondisi sampah sudah penuh.

2.1.5. Pengujian Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat apakah dapat bekerja dengan baik.

2.2. Desain Sistem

Arsitektur desain sistem keseluruhan pada IoT Open Platform DIY Smart Trash dapat dilihat pada **Gambar 5**. Dimana sebagai contoh dalam desain sistem yang digambarkan untuk perangkat mikro *embedded system* yang digunakan, salah satunya adalah Raspberry Pi Zero W.

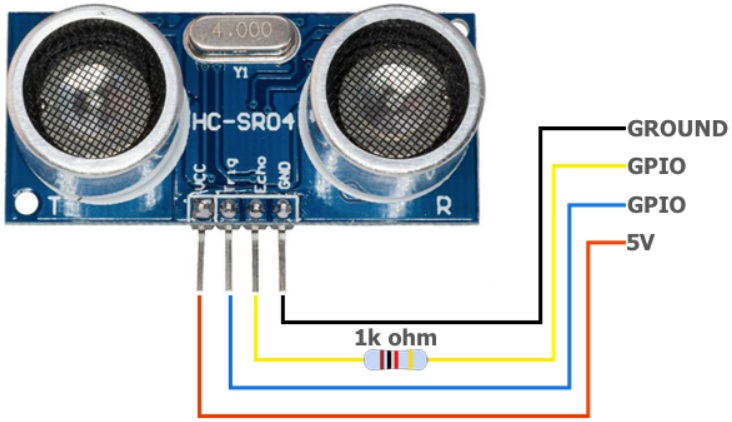


Gambar 5. Arsitektur Desain Sistem pada *DIY Smart Trash*

Pada arsitektur desain sistem pada DIY Smart Trash, perangkat sensor yang dibuat diletakkan pada bagian bawah penutup tempat sampah. Sehingga sensor bisa mengukur isi pada tong sampah berdasarkan tingkat ketinggian pada tempat sampah yang digunakan. Apabila sampah yang terkumpul sudah dikategorikan sebagai tempat sampah dalam kondisi penuh, maka secara otomatis akan mengirimkan pesan ke MQTT broker untuk meneruskan pesan kepada pemilik atau

pengguna tempat sampah dan memberitahukan informasi bahwa sampah dalam kondisi penuh dan harus segera dibuang. Aplikasi DIY Smart Trash menggunakan Android Apps.

Sensor yang digunakan dalam pengukuran ketinggian sampah adalah menggunakan HC-SR04 Ultrasonic Sensor yang merupakan sensor *proximity* sering diistilahkan dengan sensor jarak yang sangat terjangkau dan sering digunakan terutama untuk mengukur jarak ke suatu objek. HC-SR04 sensor ultrasonik menggunakan sonar untuk menentukan jarak ke objek seperti halnya yang dilakukan kelelawar. Sensor sonar ini menawarkan deteksi berbagai non-kontak yang sangat baik dengan akurasi tinggi dan pembacaan yang stabil dalam paket yang mudah digunakan. Dari 2cm 400 cm atau 1 sampai 13 kaki. Dalam pengoperasian alat ini tidak terpengaruh oleh sinar matahari atau bahan hitam seperti pengukur jarak Sharp (meskipun akustik bahan lembut seperti kain bisa sulit untuk mendeteksi). Perangkat ini dilengkapi dengan pemancar ultrasonik dan modul penerima. The Ultrasonic Sensor mengirimkan suara pulsa frekuensi tinggi dan kemudian dalam berapa waktu lamanya yang dibutuhkan untuk menghasilkan gema suara sehingga merefleksikan kembali. Sensor ini memiliki dua bukaan di depan. Bukaan yang pertama digunakan untuk mentransmisikan gelombang ultrasonik, (seperti speaker kecil), yang lain hanya menerima mereka, (seperti mikrofon kecil). Kecepatan suara adalah sekitar 341 meter (1.100 kaki) per detik di udara. Sensor ultrasonik menggunakan informasi ini bersama dengan perbedaan waktu antara pengiriman dan penerimaan pulsa suara untuk menentukan jarak ke obyek. Arsitektur dari HC-SR04 Ultrasonic Sensor seperti yang digambarkan pada Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6. Arsitektur dari HC-SR04 (sumber: https://github.com/mochman/MMM-Swipe)

Pada penelitian ini, spesifikasi server yang digunakan untuk database dan aplikasi platform dapat dilihat pada Tabel 11:

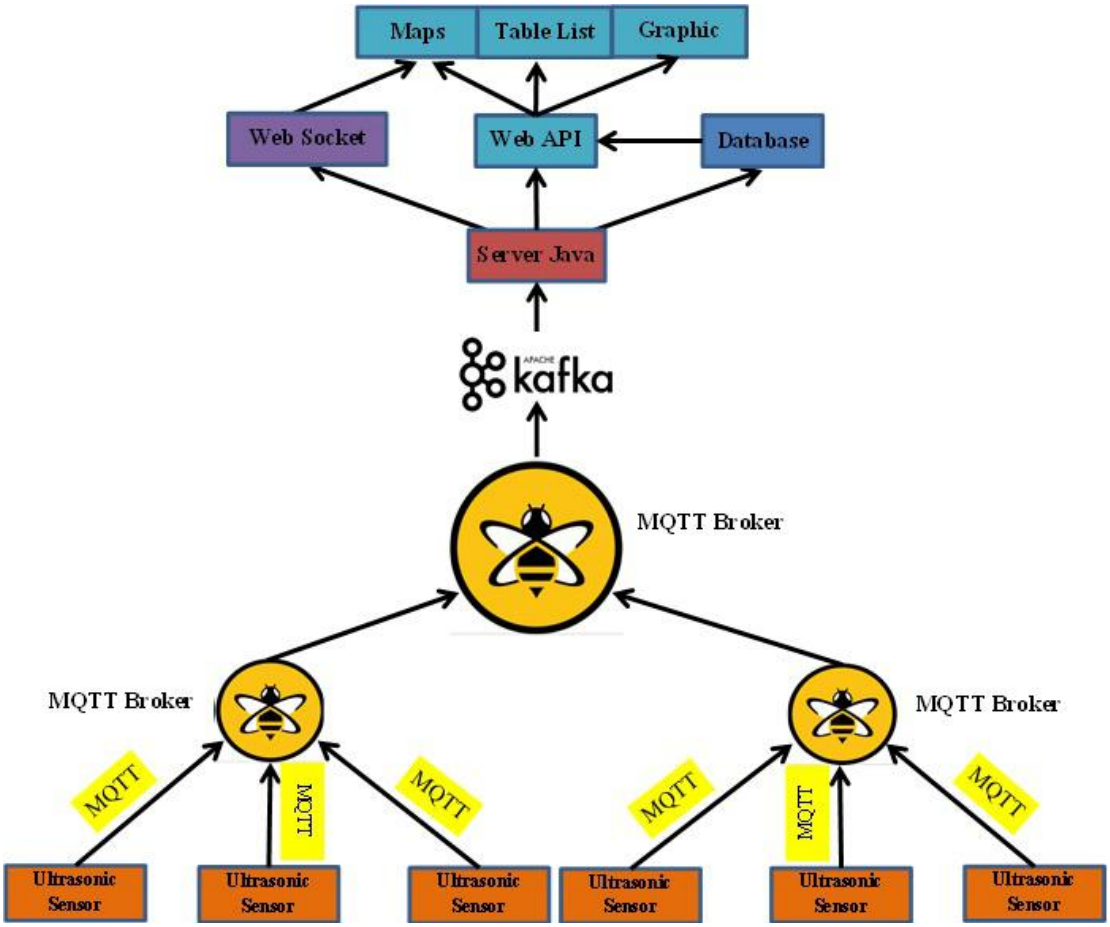
Tabel 11. Spesifikasi Server untuk IoT Open Platform

Kategori	Keterangan
CPU	Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1220 v3 @ 3.10GHz
Core	4
RAM	4GB
HDD	500GB
Internet Connection	20Mbps

Komunikasi antara perangkat fisik dan server menggunakan Wi-fi. MQTT server dibangun untuk membuat sambungan antara perangkat fisik dan database sehingga data disimpan dalam basis data MySQL. Komunikasi antara sensor dan server menggunakan protokol MQTT,

E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

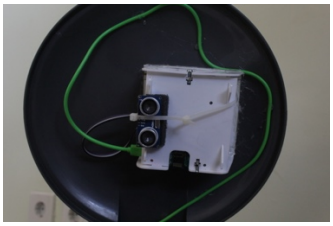
pengiriman data dikirim secara real time. Format data yang kami gunakan adalah JSON. Ketika MQTT broker menerima data dari sensor, MQTT melakukan *publish* data untuk Kafka broker menggunakan topik yang telah ditetapkan. Lapisan aplikasi *subsciber* data dari Kafka broker menggunakan data untuk menganalisis jarak dari sensor. Jika data jarak sampah kurang dari 10 cm, Kafka melakukan pembaharuan data sampah pada database. Setelah menyimpan ke database pesan diteruskan ke web client menggunakan WebSocket untuk memvisualisasikan jarak sampah dan mengirimkan notifikasi secara real time. Data untuk push notification akan ditempatkan dan divisualisasikan di web. Dashboard akan melakukan *subscribe* untuk memvisualisasikan posisi DIY *Smart Trash* dalam peta dan menampilkan diagram ketinggian isi sampah vs waktu dari DIY *Smart Trash*. DIY *Smart Trash* juga dapat menemukan rute tercepat untuk sampah mengumpulkan truk untuk menghemat waktu dan uang dalam cara yang lebih murah. Untuk lebih jelasnya diagram blok ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7. Komunikasi data menggunakan MQTT dan Kafka

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

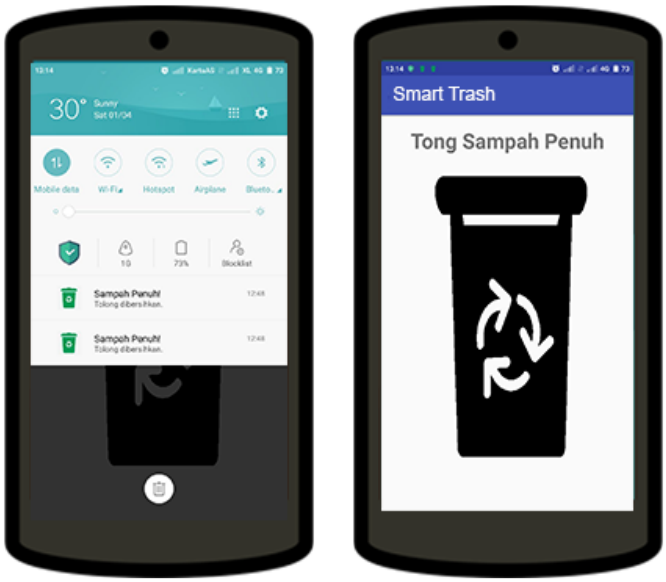
Pada penelitian ini, difokuskan pada pembuatan perangkat IoT Open Platform, pembangunan edge computing dari sisi pengguna untuk DIY *Smart Trash* serta Aplikasi Android untuk memudahkan pengguna DIY *Smart Trash*. Untuk perangkat *IoT open platform* yang terpasang pada penutup DIY *Smart Trash* dapat dilihat pada Gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 8. Perangkat DIY *Smart Trash* pada penutup tempat sampah



Gambar 9. Implementasi pada *IoT Open Platform DIY Smart Trash*

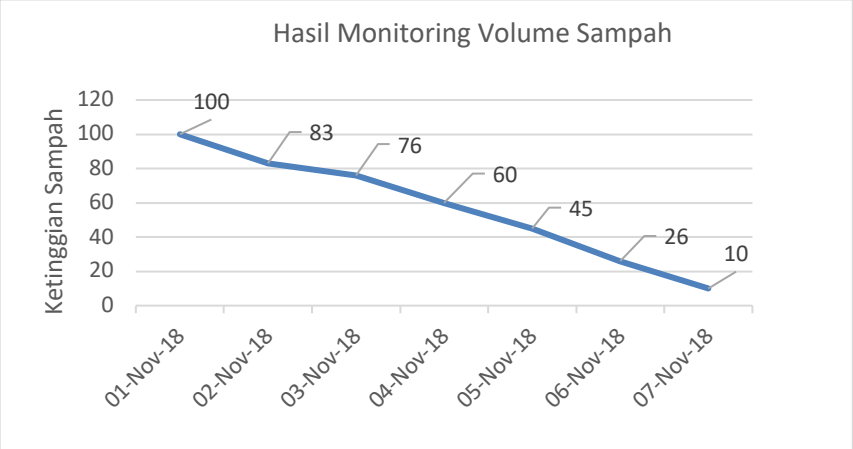


Gambar 10. Tampilan Aplikasi pada Android Apabila Sampah Penuh

Pada implementasi IoT *Open Platform DIY Smart Trash* yang dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10, pemilik atau pengguna yang bertanggungjawab terhadap tempat sampah yang telah dipasang perangkat IoT Open Platform *DIY Smart Trash* dimana no. handphone pengguna

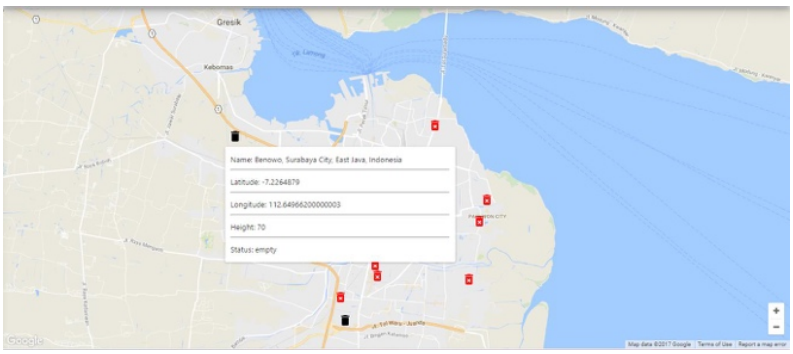
tempat sampah inilah yang tercatat ke dalam database dan menerima report penggunaan tempat sampahnya. Implementasi DIY Smart Trash disediakan untuk masyarakat yang nantinya bisa men-develop sendiri tempat sampahnya menggunakan tempat sampah yang ada di rumah atau yang sudah dimilikinya dan menjadikannya smart. Dengan DIY Smart Trash, membuat dan mendownload serta menginstall aplikasi Smart Trash yang telah dibuat pada Google Apps. Penggunaan IoT Open Platform ini tidak memakan biaya yang cukup besar. Dimana rata-rata pengeluaran untuk biaya perangkat ini adalah $61,76 atau sekitar Rp 926.400,-.

Masing-masing DIY *Smart Trash* memiliki ID unik. Setelah simulasi dan implementasi dari DIY *Smart Trash* di beberapa titik daerah Surabaya. Selama 1 minggu kami mendapatkan hasil sebagai berikut pada Gambar 11.

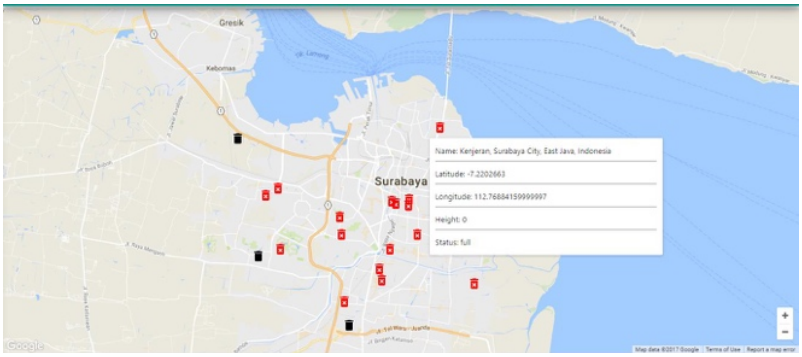


Gambar 11. Grafik Monitoring Sampah

Pada hari pertama dengan kondisi sampah kosong di mana sensor jarak ultrasonik adalah ketinggian tempat sampah. Pada hari kedua 2018/11/02 ada perubahan ketinggian volume sampah yang mengakibatkan jarak antara sensor ultrasonik dan tinggi sampah berubah menjadi 83 cm. Pada hari berikutnya 2018/11/03, ultrasonik sensor jarak ke 76 cm. Ketika jarak kurang dari 10 cm maka monitoring web akan muncul notifikasi bahwa tong sampah penuh. Ketika sampah sudah penuh maka peta akan muncul gambar tong sampah berwarna merah. Sementara gambar dari tong sampah hitam dapat menunjukkan bahwa sampah belum dapat terisi penuh. Peta ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 13.



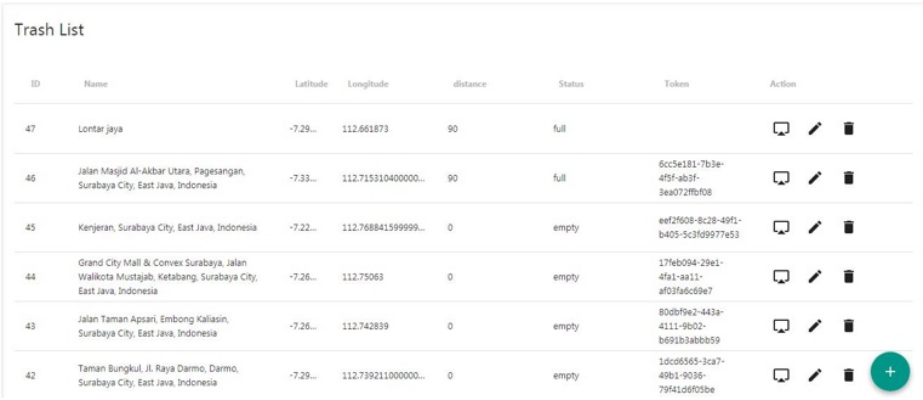
Gambar 12. Kondisi Ketika Sampah Kosong di Maps



Gambar 13. Kondisi Ketika Sampah adalah penuh di Maps

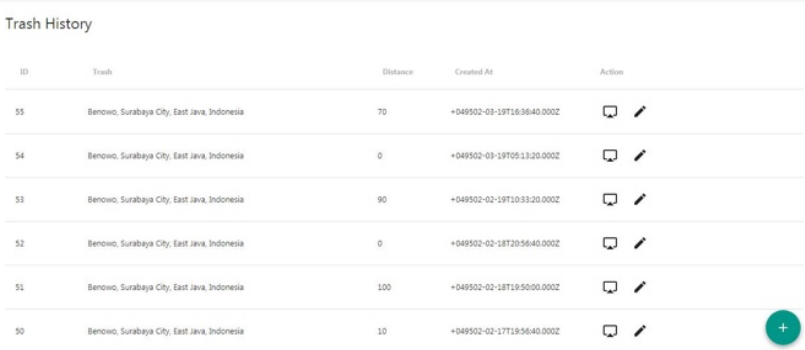
Aplikasi web DIY *Smart Trash* memiliki pengguna dan admin izin, hak akses sebagai pengguna hanya dapat mengakses informasi posisi seluruh sampah dan keadaan volume sampah, sedangkan hak akses sebagai admin memiliki fasilitas menambahkan pengguna baru, hak istimewa admin juga bisa meningkatkan dan mengurangi jumlah sampah sampah di masing-masing daerah. Penambahan sampah dapat diperbarui secara otomatis dalam daftar sampah yang terletak di kota Surabaya. Fitur yang disediakan mencakup pemantauan sampah di masing-masing daerah dengan peta menampilkan, Daftar list sampah, Data History sampah.

Pada Gambar 14 menampilkan daftar sampah. Daftar sampah berisi data mana sampah ditempatkan.



Gambar 14. Daftar list Sampah

Data history sampah memiliki fitur untuk volume sampah auto-update di setiap daerah yang memiliki tempat sampah. Data history Sampah memiliki tujuan untuk pengguna DIY *Smart Trash* untuk tahu kapan sampah dikosongkan. Data history Sampah ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Data History Sampah

E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

Dari segi harga, DIY *Smart Trash* memiliki harga yang lebih terjangkau daripada yang lain. Berikut adalah perbandingan perkiraan harga antara DIY *Smart Trash* dengan produk smart tempat sampah lainnya yang ditunjukkan oleh Tabel 12.

Tabel 12. Perbandingan Harga dengan Smart Tempat Sampah Lain

Alat	Harga
Bruno	$ 229
Temboo	$ 129
lab Ecube	$ 1300 -1700
DIY Smart Trash	$ 61,76

DIY *Smart Trash* memiliki harga $ 61,76 dengan rincian harga perangkat yang diperlukan seperti pada Tabel 13.

Tabel 13. Rincian Harga *DIY Smart Trash*

DIY Smart Trash Perangkat	Harga
Raspberry Pi Zero W Set (dengan casing)	$ 34,90
Sensor ultrasonic HC-SR04	$ 3,95
Kabel Jumper Kabel F / F	$ 1,91
PowerBank Panel Surya	$ 21,23
Jumlah total	$ 61,76

4. KESIMPULAN

Pada *IoT Open Platform* untuk *DIY Smart Trash* ini sangat cocok untuk aplikasi smart city di bidang pengelolaan sampah. Semua aplikasi ini *user friendly* bahkan dalam aplikasi web ataupun android. Biaya perangkat hardware yang dibutuhkan dalam men-*develop IoT Open Platform DIY Smart Trash* ini jauh lebih murah daripada membeli perangkat tempat sampah pintar lainnya. Selain itu, Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan, sistem *IoT Open Platform DIY Smart Trash* dapat mengirimkan notifikasi ke pengguna. Hal ini membuktikan sistem *IoT Open Platform DIY Smart Trash* telah berjalan dengan baik. Untuk pengembangan selanjutnya, masih diperlukan fitur-fitur tambahan seperti penggunaan *Business Analytics* pada masing-masing *IoT Open Platform DIY Smart Trash* yang dibangun. *IoT Open Platform DIY Smart Trash* diharapkan mampu memberikan kinerja yan baik dan bermanfaat.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Indonesia. Pengelolaan Sampah. Jakarta: Sekretariat Negara. 2008.
[2] R. P. N. Budiarti, N. Widyatmoko, M. Hariadi, dan M. H. Purnomo. Web scraping for automated water quality monitoring system: A case study of PDAM Surabaya. *In 2016 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*. 2016; 641–648.
[3] R. P. N. Budiarti. Klasifikasi Air Sungai Berbasis Kombinasi Teknologi Iot-Big Data Menggunakan SVM. Thesis. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2016.
[4] MQTT-MQ Telemetry Transport, http://mosquitto.org/man/mqtt-7.html diakses tanggal 8

november 2018.
[5] A. Bashir, S. A. Banday, A. R. Khan, dan M. Shafi. Concept, Design and Implementation of Automatic Waste Management System. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication.* 2013. ISSN 2321-8169.
[6] S. M. Chaware, S. Dighe, A. Joshi, N. Bajare, dan R. Korke. IJIREEICE IJIREEICE Smart Garbage Monitoring System using Internet of Things (IOT). *Int. J. Innov. Res. Electr. Electron. Instrum. Control Eng. ISO*. 2007; 3297(1). ISSN 2321–5526.
[7] M. H. Berlian, T. E. R. Sahputra, B.J. Wahana Ardi, L.W., Dzatmika, A. R. A. Besari, R.W. Sudibyo, S. Sukaridhoto. Design and implementation of smart environment monitoring and analytics in real-time system framework based on internet of underwater things and big data. *In 2016 International Electronics Symposium (IES)*. 2016; 403–408.
[8] Arsitektur HC-SR04, https://github.com/mochman/MMM-Swipe diakses tanggal 10 november 2018.

Evaluasi Jaringan *Closed Circuit Television* (CCTV) di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Istas Pratomo[1*], Sakinah[1], dan Achmad Affandi[1]
[1]Program Studi Telekomunikasi Multimedia, Fakultas Teknologi Elektro,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
**E-mail*: istaspra@ee.its.ac.id

Abstrak

Keamanan merupakan hal yang sangat penting ketika seseorang sedang melakukan aktivitas di mana pun, seperti di kampus. Jaringan CCTV merupakan sistem pengawasan yang menggunakan kamera video digital untuk merekam dan mengirimkan sinyal video ke tempat tertentu dalam sebuah sistem pengawasan yang terbatas untuk meningkatkan keamanan di ITS. Berdasakan Pemetaan, terdapat 54 CCTV tersebar di ITS yang terhubung dalam jaringan *Local Area Network* (LAN) ITS. CCTV yang beroperasi sebanyak 28 buah, dengan throughput dikategorikan Sangat Bagus (diatas 1200 kBps) dan jitter dikategorikan Bagus (diantara 0-75 ms) menurut *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network* (TIPHON). Berdasarkan hasil pemetaan dan pengukuran diketahui sistem monitoring CCTV di ITS tidak berjalan dengan baik. Maka dirancang Web Monitoring CCTV di ITS (WEMITS) yang menampilkan rekaman CCTV dan memonitoring kondisi ON/OFF CCTV secara otomatis. Pada *page* Map, terdapat peta sebaran CCTV dengan indikator titik hijau untuk CCTV beroperasi dan indikator titik merah untuk CCTV tidak beroperasi, yang ditampilkan secara otomatis dimana informasi (indikator, daftar identitas CCTV, Internet Protocol/IP, dan lokasi CCTV yang tidak beroperasi) diperbarui saat menu diklik atau di-refresh. Website ini memiliki throughput maksimal 20 Mbps dan jitter 0.9 ms.

Kata Kunci: CCTV, Pemetaan, Pengukuran, WEMITS

1. PENDAHULUAN

Keamanan merupakan hal yang sangat penting ketika seseorang sedang melakukan aktivitas di mana pun, seperti di lingkungan kampus. Kampus merupakan tempat terbuka bagi masyarakat umum sehingga menimbulkan kesempatan bagi orang tertentu untuk melakukan tindak kejahatan. Seringkali terjadi pencurian di lingkungan ITS baik siang maupun malam hari, sehingga dibutuhkan sistem pengawasan yang dapat memantau lingkungan kampus sepanjang hari. Hal ini diwujudkan dengan memasang dan mengembangkan jaringan *Closed Circuit Television* (CCTV).

CCTV merupakan sistem pengawasan menggunakan video kamera untuk menampilkan dan merekam gambar pada waktu dan tempat dimana perangkat tersebut terpasang. CCTV menggunakan sinyal yang bersifat tertutup atau rahasia, tidak seperti televisi biasa pada umumnya yang merupakan *broadcast signal*(Atmoko, 2012).

Terdapat 54 CCTV di ITS yang terhubung dalam *Local Area Network* (LAN) ITS. CCTV ini merekam kejadian yang terjadi pada waktu sekarang atau *real time* dan menyimpannya ke *recording server*. Video tersebut dikelola *Video Management System* (VMS) NUUO SCBIP dan ditampilkan pada empat *display* TV LED 60 inch di posko Satuan Keamanan Kampus (SKK). Namun terdapat beberapa CCTV yang tidak dapat menampilkan rekaman video disebabkan mengalami gangguan, sehingga pemantauan keamanan di lingkungan di ITS tidak maksimal dan dapat menimbulkam potensi meningkatnya tindak pencurian di ITS.

Pada paper ini difokuskan membahas evaluasi dengan pemetaan jaringan CCTV dan pengukuran kinerja jaringan meliputi *throughput* dan *jitter* untuk mengetahui masalah pada sistem pengawasan keamanan di ITS, serta rancangan sistem monitoring CCTV ITS untuk membantu petugas monitoring agar keamanan di lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) lebih meningkat.

2. METODOLOGI

A. Pemetaan

Berdasarkan survei *exsiting* jaringan, akan didapatkan informasi mengenai lokasi, jenis, media transmisi dan kondisi ON/OFF CCTV.

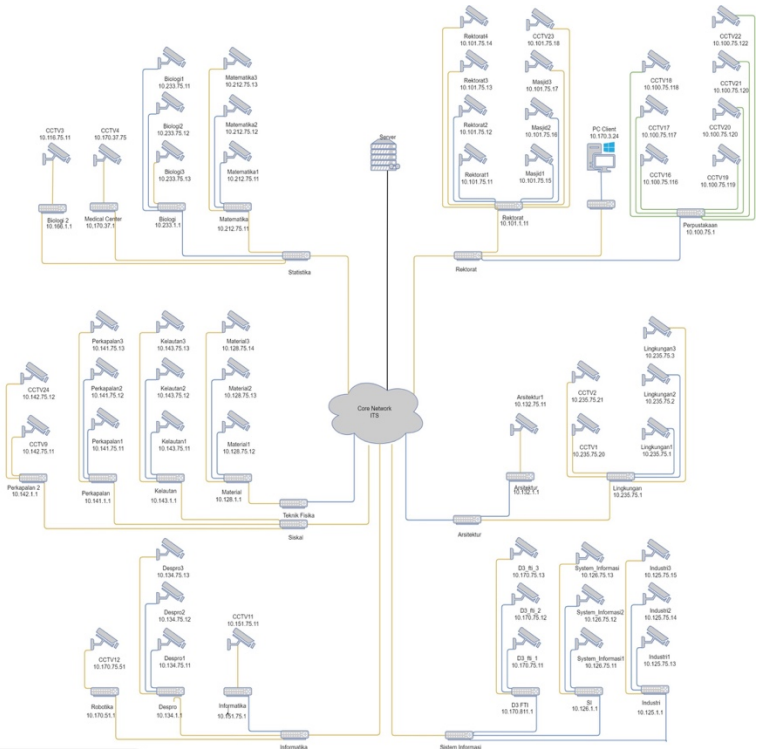
Tabel 1. Pemetaan elemen jaringan CCTV ITS

No	Identitas	Jenis CCTV	Media Transmisi	Kondisi
1.	CCTV 1	Outdoor	Fiber Optik	ON
2.	CCTV 2	Outdoor	Fiber Optik	ON
3.	CCTV 3	Outdoor	Fiber Optik	OFF
4.	CCTV 4	Outdoor	Fiber Optik	OFF
5.	CCTV 9	Outdoor	Fiber Optik	OFF
6.	CCTV 10	Outdoor	Fiber Optik	OFF
7.	CCTV 12	Outdoor	Fiber Optik	OFF
8.	CCTV 16	Outdoor	Wireless	OFF
9.	CCTV 17	Outdoor	Wireless	ON
10.	CCTV 18	Outdoor	Wireless	OFF
11.	CCTV 19	Outdoor	Wireless	OFF
12.	CCTV 20	Outdoor	Wireless	OFF
13.	CCTV 21	Outdoor	Wireless	OFF
14.	CCTV 22	Outdoor	Wireless	ON
15.	CCTV 23	Outdoor	Fiber Optik	OFF
16.	CCTV 24	Outdoor	Fiber Optik	ON
17.	industri	Indoor	UTP	OFF
18.	industri2	Indoor	UTP	OFF
19.	industri3	Outdoor	Fiber Optik	OFF
20.	system_informasi1	Indoor	UTP	ON
21.	system_informasi2	Indoor	UTP	ON
22.	system_informasi3	Outdoor	Fiber Optik	ON
23.	d3_fti_1	Indoor	UTP	ON
24.	d3_fti_2	Indoor	UTP	ON
25.	d3_fti_3	Outdoor	Fiber Optik	ON
26.	lingkungan1	Indoor	UTP	OFF
27.	lingkungan2	Indoor	UTP	OFF
28.	lingkungan3	Outdoor	Fiber Optik	OFF
29.	rektorat1	Indoor	UTP	ON
30.	rektorat2	Indoor	UTP	ON
31.	rektorat3	Outdoor	Fiber Optik	ON
32.	masjid1	Indoor	UTP	ON
33.	masjid2	Indoor	UTP	ON
34.	masjid3	Outdoor	Fiber Optik	ON
35.	despro1	Indoor	UTP	ON
36.	despro2	Indoor	UTP	ON
37.	despro3	Outdoor	Fiber Optik	ON
38.	perkapalan1	Indoor	UTP	ON
39.	perkapalan2	Indoor	UTP	OFF

 E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

40.	perkapalan3	Outdoor	Fiber Optik	OFF
41.	kelautan1	Indoor	UTP	ON
42.	kelautan2	Indoor	UTP	ON
43.	kelautan3	Outdoor	Fiber Optik	ON
44.	material1	Indoor	UTP	OFF
45.	material2	Indoor	UTP	OFF
46.	material3	Outdoor	Fiber Optik	OFF
47.	Biologi1	Indoor	UTP	ON
48.	Biologi2	Indoor	UTP	ON
49.	Biologi3	Outdoor	Fiber Optik	OFF
50.	Matematika1	Indoor	UTP	OFF
51.	Matematika2	Indoor	UTP	OFF
52.	Matematika3	Outdoor	Fiber Optik	OFF
53.	Rektorat4	Outdoor	Fiber Optik	ON
54.	arsitektek1	Outdoor	Fiber Optik	ON

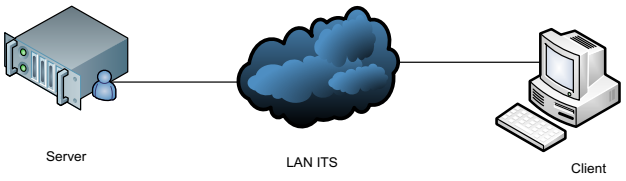
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hampir setengah CCTV terpusat di ITS tidak beroperasi. CCTV yang beroperasi hanya 52 % saja. Sementara itu CCTV yang tidak beroperasi diantaranya lima dari tujuh CCTV *outdoor* dengan medium *wireless*, 12 dari 23 CCTV *outdoor* dengan media transmisi *fiber* optic dan sembilan dari 24 CCTV dengan media transmisi kabel. Lalu, dari informSI lainnya yang didapat, dibuatlah topologi jaringan CCTV ITS untuk mengetahui struktur jaringan. Jika dilihat dari gambar, terlihat hirarki jaringan CCTV ITS terdiri atas tiga yaitu lapisan akses, lapisan distribusi dan lapiran inti. Pada lapisan akses, switch berhubungan langsung dengan *end device* yaitu IP *based* CCTV dan *client*. Setiap CCTV akan terhubung ke switch baik secara fisik (*physical connect*) maupun konfigurasi di perangkat switch (*logical connect*). Secara fisik, CCTV di setiap fakultas dihubungkan ke switch terdekat yaitu switch di fakultas tersebut menggunakan media transmisi. Sementara itu pada perangkat switch, IP CCTV dikonfigurasi agar berada dalam satu *network* dengan IP *default gateway* switch.



Gambar 1. Topologi Jaringan CCTV ITS

B. Pengukuran

Pengukuran dilakukan di PC Client menggunakan software Wireshark terhadap setiap CCTV yang terhubung ke LAN ITS. Adapun parameter yang diukur adalah throughput, dan jitter. Berikut adalah diagram yang menunjukkan skenario pengukuran.



Gambar 2. Skenario Pengukuran Kinerja Jaringan

Langkah pengukuran adalah sebagai berikut. Masuk ke dalam aplikasi wireshark, lalu pilih interface yang akan digunakan, kemudian klik *start.* Setelah meng-*capture* lalu lintas data, perlu memfilter data yang akan dianalisis dengan mengisi kolom filter isi dengan tag di bawah ini.

```
tcp and ip.dst == xx.xxx.xx.xx and  ip.src ==
xx.xxx.xx.xxx
```

Setelah itu klik enter. Untuk mendapatkan nilai variabel yang dibutuhkan, buka *toolbar* wireshark klik tombol *statistics* lalu *summary*. Setelah mendapatkan data maka dihitung nilai throughput dan jitter sesuai dengan rumus.

C.Perancangan Website

Website yang diberi nama Web Monitoring CCTV ITS (WEMITS), dirancang memiliki lima *page* yaitu About, Home, Monitoring, Map dan Contact. Pengkodean atau coding dilakukan dengan bantuan software Macromedia Dreamweaver. Pengkodean website menggunakan bahasa pemrograman *Hypertext Markup Language* (HTML). Setiap dokumen HTML harus di awali dan di tutup dengan tag HTML seperti di bawah ini.

```
<html></html>
```

Bagian *header* dari dokumen HTML di apit oleh tag head di dalam bagian ini biasanya head dimuat *tag* tittle, *tag* meta dan *Cascading Style Sheets* (CSS) yang mengatur tampilan sebuah web menggunakan bahasa CSS.

```
<head>
    <tittle> WEMITS </tittle>
    <style>
      .cam-inactive-caption{
          font-weight: bold;
          text-decoration: underline;
          }
    </style>
    </tittle>
</head>
```


E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

Bagian *body* di gunakan untuk menampilkan text, gambar, link, video, tabel, list, atau *image link* dan semua yang akan ditampilkan pada web *page* dengan tag terkait dan dapat mengembangkan dengan *attribute* dan *value* dari *tag* tersebut.

```
<body>
    <div id="about">
      <div class="container">
        <div class="row">
          <div class="col-xs-12 col-md-6">
            <div class="about-text">
              <h2>Apa itu WEMITS?</h2>
                <p align="justify">WEMITS atau
                Web memonitoring CCTV ITS
                </p>
            </div>
          </div>
        </div>
    </div>
  </div>
```

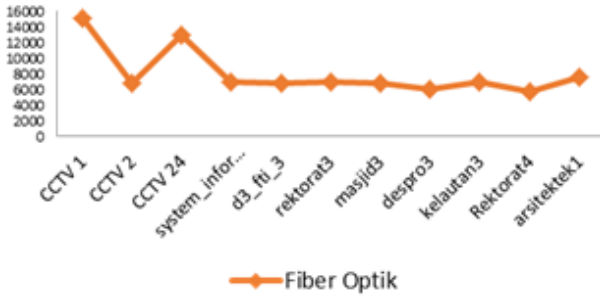
Sebelum menutup tag dengan </html> biasanya ada tag *script* untuk memanggil *java script* atau *script* lain untuk membuat efek-efek interaktif tertentu baik di gambar maupun teks seperti tag dibawah ini.

```
<script type="text/javascript"src="js/bootstrap.js"></script>
```

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil dan Analisa Pengukuran

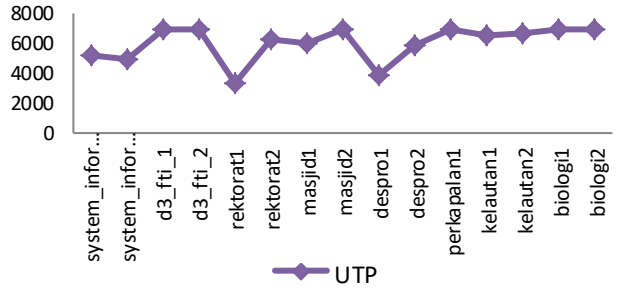
Setelah melakukan perhitungan kinerja jaringan yang meliputi *throughput* dan *jitter* terhadap titik-titik CCTV yang masih aktif, maka dilakukan pengkategorian menurut standard TIPHON. Nilai throughput tertinggi berada pada titik CCTV2 (Gerbang Pos 1) yaitu 15080 Kbps dan throughput terendah berada pada titik CCTV22 (BBPT) yaitu sebesar 1720 Kbps. Throughput tertinggi menggunakan media transmisi fiber optik sementara thoughput terendah menggunakan udara/wireless.



Gambar 3. Throughput CCTV medium Fiber Optik

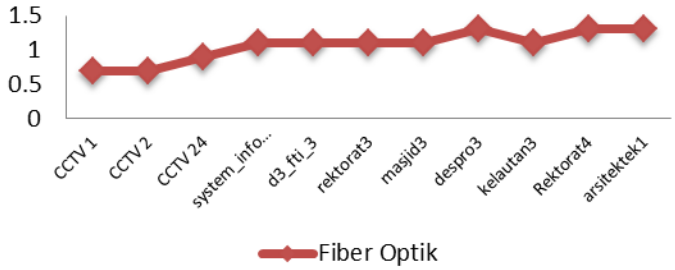
Jika dilihat dari media transmisinya, fiber optik memiliki throughput berkisar 5700 - 15080 Kbps seperti terlihat pada Gambar 4.30. Nilai ini dapat dikategorikan Sangat Bagus menurut

standard TIPHON. Sementara untuk media transmisi yang menggunakan kabel UTP, throughput berkisar antara 3330 – 7000 Kbps seperti dapat dilihat pada Gambar 4.31.



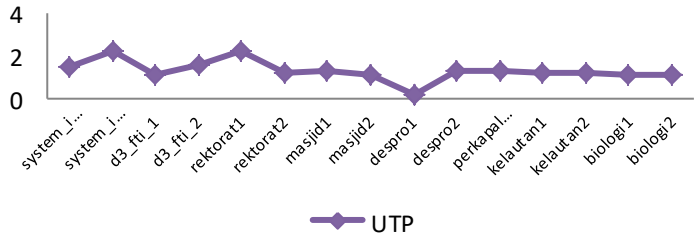
Gambar 4. Throughput CCTV medium kabel UTP

Untuk media transmisi wireless, throughput berkisar antara 1720 – 1820 Kbps saja dimana nilai ini dapat dikategorikan Sangat Bagus. Nilai jitter paling rendah adalah 0.7 ms yaitu pada CCTV1 yang menggunakan media transmisi fiber optik. Nilai jitter paling besar adalah 6.5 ms yaitu pada CCTV22 yang menggunakan media transmisi *wireless*. Jika dilihat dari media transmisinya, fiber optik memiliki jitter berkisar antara 0.7 – 1.3 ms seperti yang terlihat pada Gambar 4.32 di bawah ini.



Gambar 5. Jitter CCTV dengan media transmisi fiber optik

Pada Gambar diatas, dapat dilihat bahwa jitter berkisar antara 1.1 – 2.5 ms lebih kecil jika dibandingkan dengan media transmisi *wireless* yang berkisar antara 6.3-6.5 ms. Namun nilai jitter pada ketiga media transmisi masih dikategorikan bagus menurut TIPHON.



Gambar 6. Jitter CCTV dengan medium kabel UTP

B. Pengujian dan Analisa Web

Website yang dibuat diberi nama WEMITS yaitu singkatan dari Web Monitoring CCTV ITS dengan page Home seperti gambar di bawah.



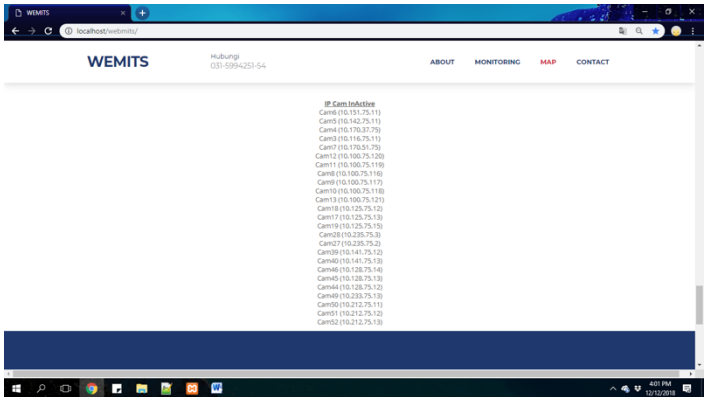
Gambar 7. Website WEMITS yang dirancang

Pada *page* map, terdapat peta sebaran CCTV dengan dua indikator yaitu titik merah untuk CCTV mati dan titik hijau untuk CCTV menyala yang dapat mendeteksi otomatis kondisi ON/OFF CCTV setelah mengklik atau me-*refresh* page tersebut dengan syarat harus terkoneksi dengan LAN ITS baik menggunakan interface Ethernet maupun Wi-Fi. Berikut adalah Gambar 4.35 yang menunjukkan perubahan warna indikator pada peta sebaran CCTV ITS.



Gambar 8. Perubahan indikator sebelum (kiri) terhubung dan setelah (kanan) terhubung LAN ITS

Perubahan tidak akan terjadi jika client tidak terhubung dengan LAN ITS dikarenakan pada *script* web dibuat fungsi untuk melakukan *ping* ke variable IP-IP CCTV. Dari script diatas dapat dianalisis bahwa fungsi akan membaca halaman ping.php lalu menganalisis variable cam_ip. Jika result ==1 maka titik indikator akan diisi dengan warna sesuai kode warna hexadecimal #4caf50'. Jika IP yang di check ping memenuhi syarat, maka akan ditampilkan cam-inactive-list yang berisi identitas, IP dan lokasi CCTV yang tidak aktif.



Gambar 9. List Identitas CCTV yang Tidak Aktif

Setelah *page-page* yang dirancang dapat diakses, maka dilakukan pengukuran untuk melihat kinerja dari web. Pengukuran dilakukan pada komputer *client*, dengan mengukur nilai throughput saat jumlah CCTV menyala satu hingga dengan sepuluh CCTV. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini. Dapat diperhatikan bahwa saat web menampilkan sepuluh video secara langsung, throughput maksimal adalah 20 Mbps dengan jitter 0.9 ms.

Tabel 2. Pengkuran Kinerja Web

Jumlah CCTV	Throughput (Mbps)	Jitter (s)
1	11,8	1.2
2	24,63	0.9
3	17,7	1,1
4	27,76	0.8
5	25,34	0.9
6	37,34	0.6
7	33,16	0.7
8	33,71	0.7
9	32,97	0.7
10	20	0.9

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan evaluasi Jaringan *Closed Circuit Television* (CCTV) di ITS, didapatkan beberapa kesimpulan antara lain:

1. CCTV yang masih beroperasi di ITS sebanyak 28 buah dari jumlah total 54 buah,yaitu CCTV *outdoor* dengan Fiber Optik sebanyak 13 buah dan *wireless* sebanyak dua buah. Sementara itu, CCTV *indoor* menggunakan kabel UTP sebanyak 13 buah.
2. Jaringan CCTV ITS terdiri atas tiga yaitu lapisan akses, lapisan distribusi dan lapiran inti.
3. Throughput seluruh CCTV yang beroperasi dikategorikan Sangat Bagus menurut TIPHON (memiliki nilai diatas 1200 Kbps).
4. Jitter seluruh CCTV yang beroperasi di ITS dikategorikan Bagus menurut TIPHON (0-75 ms).
5. Masalah utama jaringan CCTV adalah tidak dilakukannya perawatan dan perbaikan perangkat.
6. WEMITS merupakan website yang dirancang untuk me- *monitoring* CCTV secara otomatis dapat menampilkan indikator titik hijau untuk CCTV menyala dan titik merah untuk CCTV mati, serta list nama dan IP CCTV yang tidak menyala *script* pada fungsi function check_ping (xdatas, container) sehingga sangat memudahkan kerja petugas monitoring dalam melakukan pengawasan.
7. WEMITS memiliki throughput 20MBps dan jitter 0.9 ms dengan kondisi maksimal 10 CCTV yang menyala pada satu layar.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Atmoko, Eko Hari. Membuat Sendiri CCTV berkelas Enterprise dengan Biaya Murah. Yogyakarta: Penerbit Andi. 2012.

[2] Ahmad, Afis Abror. Rancang Bangun dan Analisa QoS Audio dan Video Streaming pada Jringan MPLS VPN. *Jurnal Tugas Akhir.* Surabaya: *PENS.* 2014.

[3] Prabowo, Septian Dwi. Analisa Perancangan dan Implementasi CCTV over IP Pada Jaringan Broadband Powerline Communication. *E- Proceeding of Engineering*. 2015; 2(2) ISSN: 2355-9365.
[4] Austerberry, David. The Technology of Video and Audio Streaming. Focal Press: USA, 2004.
[5] Cahya, Panji Krisna, dkk. Perancangan Jaringan Local Area Network (LAN) Untuk Layanan Video Conference Dengan Standar Wifi 802.11g. *Jurnal Tugas Akhir*. Malang: Universitas Brawijaya. 2015.
[6] Nofrida, Rizki Amalia, dkk. Pengukuran dan Evaluasi QoS untuk Meningkatkan Kualitas Layanan Trafik Kamera CCTV. *E-Proceeding of Applied Science*. 2017; 3(3). ISSN: 2442-5826.
[7] Y Utama, Yadi. Sistem Informasi Berbasis Web Jurusan Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya. *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*. 2011; 3(2): 359-370.
[8] Diktat Pemrograman Web Berbasis Open Source. Bab IV Pengenalan HTML-1. Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta. 2014.

Studi Pemodelan Numerik Oseanografi untuk Mendukung Perencanaan Manajemen Wilayah Pesisir Terpadu di Taman Nasional Komodo

Titri Yan Rizki

ASR INDONESIA
E-mail: titriyr@gmail.com

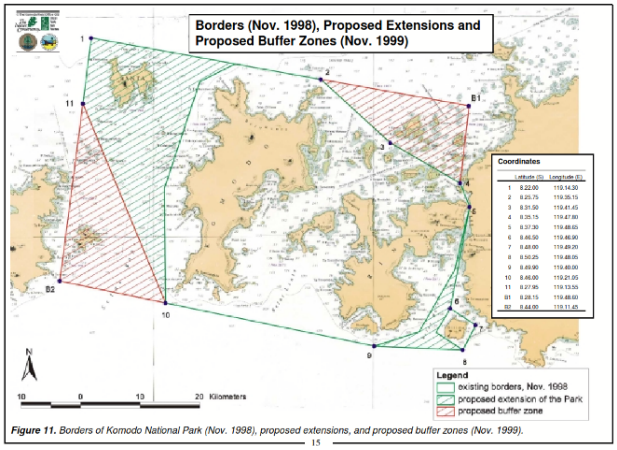
Abstrak

Taman Nasional Komodo (TNK), sebuah situs pariwisata internasional, telah menghasilkan rencana induk pengelolaan pesisir terpadu (KNP, 2000). Untuk meminimalkan kesenjangan dengan daerah penyangga, diperlukan suatu rencana pengelolaan pesisir terpadu untuk daerah sekitar TNK, seperti Kabupaten Bima dan Kabupaten Manggarai Barat yang memiliki potensi perikanan, keanekaragaman hayati, energi arus laut, dan juga pariwisata. Kurangnya penelitian di lokasi ini menyebabkan kurangnya pemahaman kondisi oseanografi di sekitar area TNK. Pemodelan numerik oseanografi telah disimulasikan dalam dua dimensi untuk parameter hidrodinamika seperti arus laut dan elevasi permukaan laut dengan mempertimbangkan pasang surut dan kondisi angin. Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa ada beberapa lokasi di sekitar TNK yang berpotensi menghasilkan energi arus laut dengan kecepatan mencapai 3,5 m/s di musim timur dan 3,7 m/s di musim barat. Selain itu, distribusi larva ikan telah disimulasikan sesuai dengan potensi perikanan di daerah, seperti kerapu, kakap, bawal, dan ekor kuning (Kabupaten Manggarai Barat, 2007). Pemodelan tersebut diharapkan dapat membantu pemerintah daerah dalam menentukan kebijakan untuk mendukung rencana pengelolaan pesisir terpadu dengan memberikan informasi kondisi hidrodinamika musiman untuk pemetaan potensi energi arus laut, gerakan ikan dan larva ikan untuk peningkatan perikanan, dan zonasi untuk konservasi keanekaragaman hayati.

Kata Kunci: Manajemen pesisir terpadu, Model numerik, Arus, Pasang surut, Perikanan.

1. PENDAHULUAN

Taman Nasional Komodo (TNK) merupakan sebuah daerah pariwisata internasional dan Situs Warisan Dunia UNESCO yang terletak di antara Pulau Sumbawa dan Pulau Flores, dan juga di antara Laut Flores dan Selat Sumba. *National Park's Authority* telah menyusun dokumen *25 Year Master Plan for Management* yang didukung oleh *The Nature Conservancy*, Universitas Gajah Mada, dan Pemerintah Kabupaten Manggarai (KNP dkk, 2000) yang meliputi rencana pengelolaan pesisir dari tiga pulau utama TNK (Komodo, Rinca, dan Padar). Namun, pada dokumen tersebut tidak terdapat rencana pengelolaan pesisir untuk daerah di sekitar TNK, seperti Bima dan Kabupaten Manggarai, meskipun daerah tersebut berada di perairan yang sama, dan memiliki kondisi ekosistem dan ekologi yang sama. Gambar 1 di bawah ini menunjukkan bahwa batas yang diusulkan dan zona penyangga pada dokumen tersebut tidak disusun berdasarkan kondisi oseanografi, karena tidak semua perairan dan daratan di sekitar TNK termasuk di dalamnya.



Gambar 1. Batas daerah Taman Nasional Komodo (Sumber: KNP et al., 2000)

Kondisi hidrodinamika TNK sangat kompleks karena dipengaruhi oleh pasang surut, gelombang, faktor angin, densitas, topografi serta intervensi dari aktivitas manusia. Namun, belum terdapat literatur tentang dinamika laut dan perairan pesisir sekitar wilayah tersebut. Oleh karena itu, studi yang sistematis perlu dilakukan untuk mengetahui peran laut dan sirkulasi air daerah ini untuk pengelolaan keanekaragaman hayati dan sumber daya pesisir yang berkelanjutan. Berikut adalah beberapa data oseanografi di sekitar TNK dan Labuan Bajo, baik data primer maupun sekunder, yang telah dipublikasi.

Data	Sumber
Data Meteorologi	- Komodo Airport Meteorological Station Labuan Bajo, NTT - M. Salahudin Meteorological Station Bima, NTB
Data Temperatur and salinitas pada penelitian tahun 1940	World Ocean Database2009 NOAA
data bathymetri global resolusi 925 km	GEBCO
Peta Bathymetri Nusa Tenggara skala 1: 200,000	Dishidros TNI-AL
Peramalan pasang surut Bima (118.7BT and 8.4^{0}LS)	Dishidros TNI-AL
Climatology reanalysis data Labuan Bajo (120 ^{0} BT and 8,571^0 LS)	National Centers for Environmental Prediction (NCEP) NOAA
Data kuantitatif perikanan	http://manggaraibaratkab.bps.go.id
PPDPI Jawa, Bali and Nusa Tenggara	BPOL- Ministry of Marine Affair and Fisheries
Kondisi umum oseanografi Flores	Naga Report by Klaus Wyrtki (1961)

Meskipun tampaknya terdapat banyak data seperti pada Tabel 1, tetapi data-data tersebut tidak mewakili kondisi oseanografi spesifik di lokasi penelitian. Berbagai penelitian yang dilakukan oleh pusat penelitian di bawah Kementerian Kelautan dan Perikanan tidak melakukan pengambilan data di lokasi tersebut. Dokumen *25 Year Master Plan for Management* juga menyebutkan kurangnya studi oseanografi yang dilakukan di sekitar TNK. Keberadaan

pelampung survey di beberapa titik di sekitar TNK tidak disertai dengan peralatan perekaman data oseanografi. Karena berbagai alasan di atas, diperlukan survei lapangan yang menyeluruh untuk menentukan kondisi oseanografi di daerah tersebut.

Studi ini telah memprakarsai perencanaan pengelolaan wilayah pesisir terpadu dengan pemerintah daerah di wilayah ini yang mencakup seluruh wilayah antara wilayah timur Pulau Sumbawa dan Pulau Flores Barat. Pemodelan oseanografi yang dilakukan diharapkan dapat membantu pemerintah daerah dalam menentukan kebijakan untuk mendukung rencana pengelolaan pesisir terpadu dengan memberikan informasi kondisi hidrodinamika untuk memetakan potensi energi arus laut, gerakan ikan dan larva ikan untuk peningkatan perikanan, dan zonasi lokal untuk konservasi keanekaragaman hayati.

2. METODOLOGI

2.1. Model Hidrodinamika dan Model Sebaran Partikel

Pemodelan numerik oseanografi telah disimulasikan dalam mode 2-dimensi (2D) perata-rataan terhadap kedalaman. Parameter hasil model hidrodinamika yang didapat yaitu arus laut dan elevasi permukaan laut dengan mempertimbangkan kondisi pasang surut dan angin untuk simulasi musim timur (Agustus) dan musim barat (Januari).

Persamaan gerak horisontal yang digunakan:

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}+w\frac{\partial u}{\partial z}-fv=-g\frac{\partial \zeta}{\partial x}-\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x}+A_H\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x}+\frac{\partial^2 u}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(N_Z\frac{\partial u}{\partial z}\right)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+w\frac{\partial v}{\partial z}+fu=-g\frac{\partial \zeta}{\partial y}-\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial y}+A_H\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x}+\frac{\partial^2 v}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(N_Z\frac{\partial v}{\partial z}\right)$$

$$w=-\frac{\partial}{\partial x}\int_{-h}^{\zeta}u dz-\frac{\partial}{\partial y}\int_{-h}^{\zeta}v dz \qquad (1)$$

t adalah waktu, *u, v* adalah kecepatan horisontal di *x, y* arah masing-masing, *w* kecepatan vertikal (positif ke atas), *h* kedalaman, *g* percepatan gravitasi, ς datum horisontal di atas permukaan laut, *f* parameter Coriolis , *P* tekanan, *AH* koefisien viskositas eddy horisontal, dan *Nz* koefisien viskositas eddy vertikal dan ρ adalah densitas yang bervariasi dengan kedalaman.

Dengan asumsi bahwa percepatan vertikal diabaikan, persamaan hidrostatik untuk tekanan di kedalaman *z* adalah:

$$P=P_{atm}+g\int_{z}^{\varsigma}\rho\, dz \qquad (2)$$

dengan P_{atm} adalah tekanan atmosfer.

Syarat batas di permukaan $z = \varsigma$ adalah:

$$\rho N_z\frac{\partial u}{\partial z}=\tau_x^s \qquad \rho N_z\frac{\partial v}{\partial z}=\tau_y^s \qquad \frac{\partial \zeta}{\partial t}+u\frac{\partial \zeta}{\partial x}+v\frac{\partial \zeta}{\partial y}=w^s \qquad (3)$$

 E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

dimana τ_x^s , τ_y^s , a alah komponen stress angin , w^s adalah kecepatan vertikal di permukaan

$$\tau_x^s = \rho_a \gamma \mid W \mid \frac{W_x}{\rho} \qquad \tau_y^s = \rho_a \gamma \mid W \mid \frac{W_y}{\rho} \tag{4}$$

ρ adalah densitas air, *W* kecepatan angin di 10 m di atas permukaan laut, sementara *Wx* dan *Wy* adalah komponen *x* dan *y*, γ adalah koefisien hambatan angin, ρa densitas udara. Koefisien hambatan angin berasal dari karya Wu (1982) dengan koefisien drag γ yaitu

$$\gamma = (0.8 + 0.065\ W_s) \times 10^{-3} \tag{5}$$

Dengan asumsi kemiringan dasar laut kecil, $z = h$

$$N_z \frac{\partial u}{\partial z} = \tau_x^h \qquad N_z \frac{\partial v}{\partial z} = \tau_y^h$$

dimana τ_x^h , τ_y^h adalah komponen gesekan dasar

$$\tau_x^h = g\, u_h \left(u_h^2 + v_h^2\right)^{1/2} / C^2$$
$$\tau_y^h = g\, v_h \left(u_h^2 + v_h^2\right)^{1/2} / C^2 \tag{6}$$

dengan u_h, v_h adalah kecepatan arus di dasar dan *C* adalah koefisien Chezy.

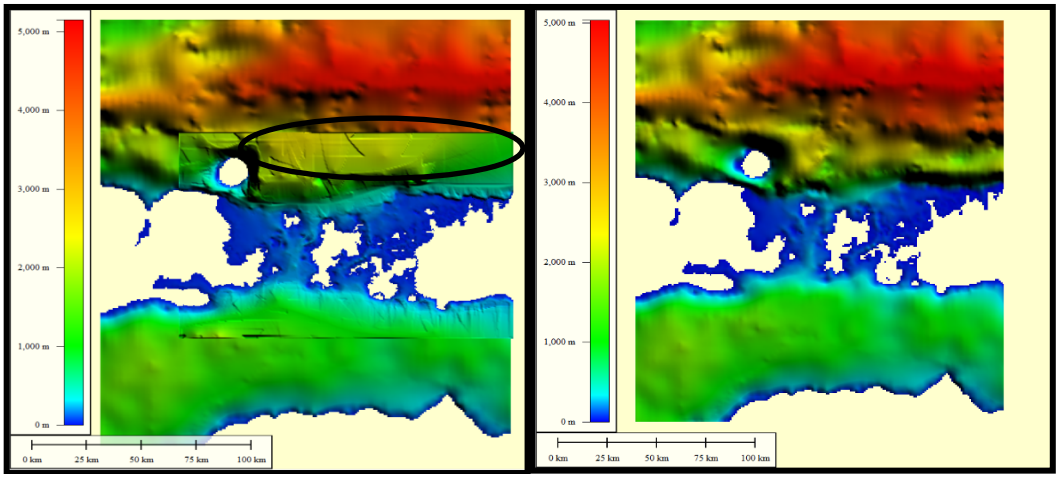
Selain model hidrodinamika, distribusi penyebaran partikel konservatif telah disimulasikan dan dikembangkan menjadi model distribusi larva ikan untuk spesies tertentu sesuai dengan potensi perikanan di daerah tersebut.

Persamaan pada model Lagrangian yang digunakan yaitu:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left[E_x \frac{\partial C}{\partial x} - UC\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left[E_y \frac{\partial C}{\partial y} - VC\right] + \frac{\partial}{\partial z}\left[E_z \frac{\partial C}{\partial z} + w_s C - WC\right] - kC + S_z \tag{7}$$

2.2. Data Batimetri

Jarak grid model horizontal sebesar 500 m dengan menggabungkan data batimetri dari General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) dan peta navigasi Dishidros TNI-AL 2012 seperti dapat dilihat pada Gambar 2 (bawah) di bawah ini. Grid model horizontal menggunakan metode kartesian. Kedalaman air bervariasi dari kurang dari 1 meter hingga ratusan meter di dekat daratan dan bertambah menjadi ribuan meter ke arah utara. Sementara kedalaman air meningkat ke selatan sampai 2.000 meter dan kemudian menurun menuju Pulau Sumba. Kondisi batimetri tersebut akan mempengaruhi dinamika sirkulasi air.



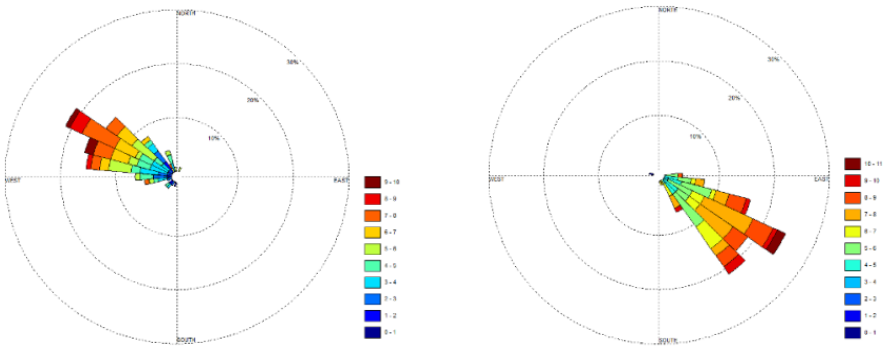
Gambar 2. Data batimetri untuk input model sebelum diproses (kanan) dan setelah diproses (kiri)

Kondisi batimetri yang disebutkan di atas berasal dari perkiraan data aktual karena terdapat perbedaan nilai kedalaman yang signifikan (perbedaan mencapai 3000 m) antara data global dan data Dishidros seperti yang ditunjukkan oleh lingkaran hitam pada Gambar 2 (atas). Untuk mengatasi masalah ini, survei batimetri harus dilakukan sehingga hasil model akan lebih akurat.

2.3. Nilai Awal dan Syarat Batas Model

Data stasioner profil perariran horizontal digunakan sebagai nilai awal pada model. Terdapat 6 daerah terbuka pada daerah model seperti tampak pada Gambar 2. Pada batas terbuka, diberikan data elevasi pasang surut yang didapatkan dari *Tide Model Driver* (TMD). Untuk mendapatkan hasil model yang lebih sesuai dengan kondisi sesungguhnya, perlu dilakukan pengamatan data lapangan minimal pada 2 titik di daerah terbuka model.

Data input angin komponen *u* dan *v* didapatkan dari *National Centres for Environmental Prediction* (NCEP) pada koordinat 120^0 BT and 8.571^0 LS (Labuan Bajo) dengan interval data 6 jam seperti terlihat pada Gambar 3.Data tersebut merupakan data sekunder dari hasil metode re-analisis, sehingga perlu dilakukan validasi dengan data lapangan. Pada musim barat angin dominan bergerak menuju ke arah tenggara dan sebaliknya pada musim timur angin dominan bergerak menuju ke arah barat laut.



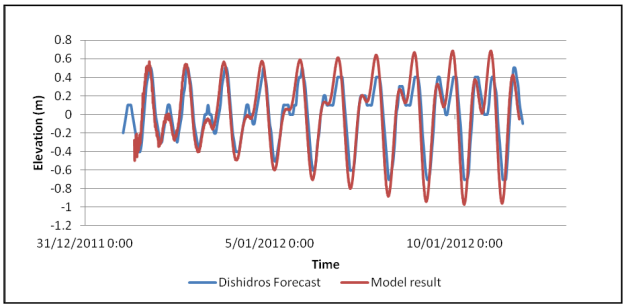
Gambar 3. Wind rose musim barat (kanan) dan musim timur (kiri)

E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Validasi Model

Nilai Elevasi dari hasil model diverifikasi dengan data elavasi dari *Daftar Pasang Surut Tahun 2012* oleh *Dishidros TNI-AL* di stasiun Bima pada koordinat 118.7^{0}BT and 8.4^0 LS pada 1-15 Januari 2012. Perbandingan antara hasil model dengan data peramalan Dishidros menunjukkan nilai yang cukup baik, seperti ditunjukkan pada Gambar 4, yaitu fasa yang sama dengan perbedaan amplitudo mencapai 0,3 m saat pasang maksimum dan surut minimum ketika pasut purnama dan nilai amplitudo yang sama ketika pasut perbani. Perbedaan ini dapat disebabkan input model yang memiliki 8 komponen pasut sedangkan peramalan Dishidros hanya terdiri atas 5 komponen pasut.



Gambar 4. Perbandingan nilai elevasi hasil Model dengan data peramalan Dishidros di Bima.

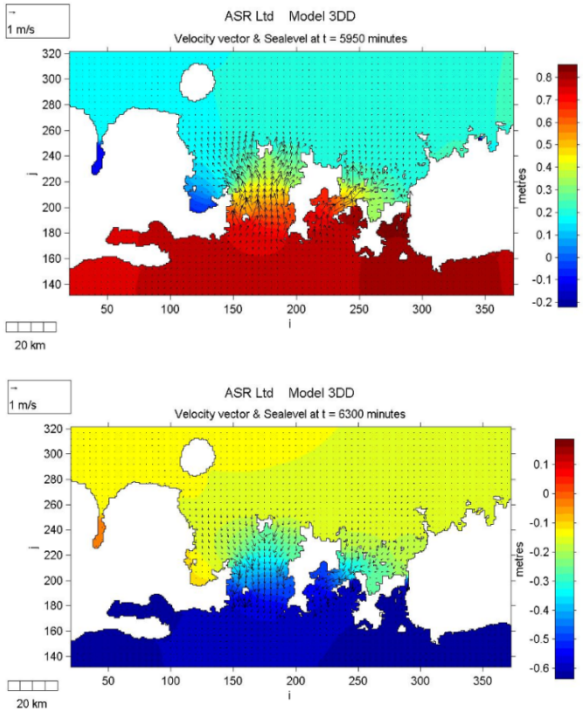
3.2. Hasil Model Hidrodinamika

Model hidrodinamika menghasilkan gambaran sirkulasi air (arus dan permukaan laut). Pada kondisi pasang, arus bergerak ke utara, sementara pada kondisi surut bergerak ke selatan. Umumnya, besarnya arus di laut Flores kurang dari 0,2 m / s dan meningkat ke arah Selat Sape dan Selat Linta mencapai lebih dari 3 m / s dan berkurang ke arah selatan memasuki Selat Sumba menjadi kurang dari 0,2 m / s.

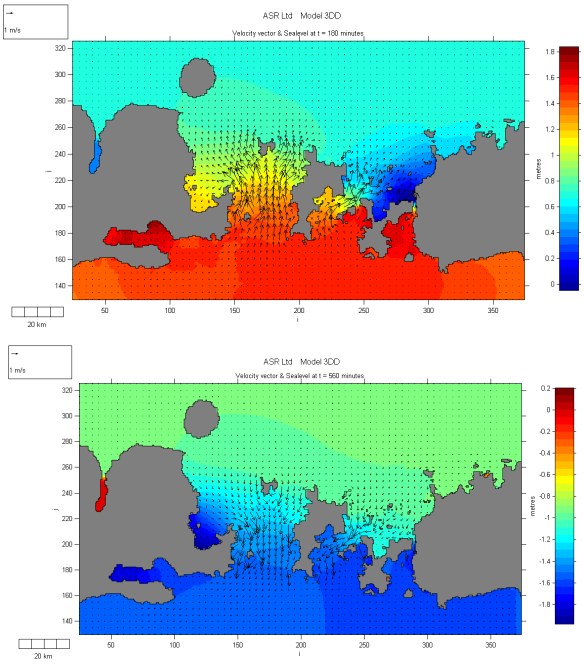
Kecepatan arus pada musim barat umumnya lebih besar daripada musim timur yang dapat disebabkan input angin yang digunakan pada model memiliki nilai kecepatan rata-rata yang lebih besar di musim barat.

Kecepatan arus rata-rata saat pasang di Selat Sape dan Selat Linta 0,2 m / s lebih besar dari kecepatan arus rata-rata saat surut karena adanya perbedaan tinggi permukaan laut antara Laut Flores di sisi utara dan Selat Sumba di sisi selatan, mencapai sekitar 1 meter baik saat pasang maupun saat surut

Pola sirkulasi horisontal saat pasang dan surut di musim barat ditunjukkan pada Gambar 5 dan di musim timur pada Gambar 6, sebagai berikut:



Gambar 5. Vektor arus dan nilai elavasi saat pasang (atas) dan saat surut (bawah) di musim barat



Gambar 6. Vektor arus dan nilai elavasi saat pasang (atas) dan saat surut (bawah) di musim timur

Hasil simulasi ini juga menunjukkan bahwa terdapat beberapa lokasi di sekitar TNK yang berpotensi menghasilkan energi non-terbarukan oleh arus laut dengan kecepatan mencapai 3,5 m/s di musim timur dan 3,7 m/s di musim barat, yaitu di dalam Selat Sape dan Selat Linta.

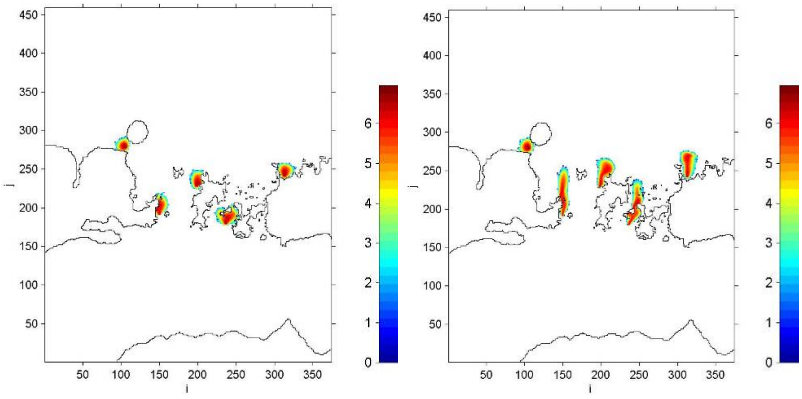
Model perlu dikembangkan dengan teknik *nested-model* untuk mendapatkan hasil dengan resolusi lebih kecil dan mampu menggambarkan fenomena yang lebih detail seperti pusaran

 E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

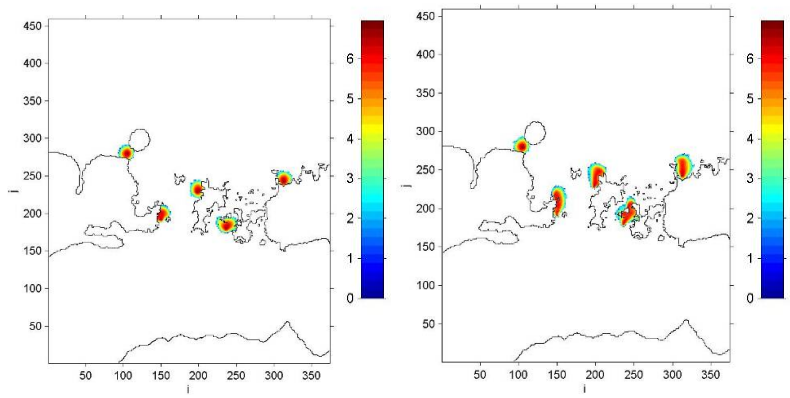
air/eddies yang dapat terjadi karena kompleksnya batimetri di pulau-pulau kecil di sekitar TNK. Selain itu, model juga perlu dikembangkan menjadi 3 dimensi karena kedalaman yang sangat bervariasi terutama di sekitar Pulau Komodo akan menghasilkan nilai kecepatan yang bervariasi terhadap kedalaman.

3.3. Hasil Model Sebaran Larva ikan

Berdasarkan data Pemerintah Kabupaten Manggarai Barat, potensi perikanan yang sangat besar, diantaranya kerapu, kakap, dan bawal. Beberapa skenario model telah dikembangkan untuk mengoptimalkan pemanfaatan perikanan. Skenario pertama yaitu ikan kerapu dan kakap, yang merupakan ikan karang dengan kemampuan berenang dengan kecepatan 5-47 cm / s, tergantung pada ukuran tubuh. Skenario kedua yaitu ikan bawal, yang bergerak dengan kecepatan mencapai 30-40 cm / s tergantung pada ukuran tubuh, dan sangat dipengaruhi oleh suhu, sehingga ketika malam mereka berada di permukaan (<10 m) dan pada siang hari bergerak lebih dalam (20-30 m) (Leis, et.al., 2007).



Gambar 8. Sebaran larva ikan kerapu dan kakap pada titik tertentu di musim barat (kanan) dan musim timur (kiri)



Gambar 9. Sebaran larva ikan bawal kakap pada titik tertentu di musim barat (kanan) dan musim timur (kiri)

Hasil model menunjukkan bahwa sebaran larva umumnya bergerak ke utara karena kecepatan arus rata-rata saat pasang yang lebih besar dibandingkan seperti telah dijelaskan sebelumnya. Pada Gambar 8 dan Gambar 9, sirkulasi air secara signifikan dipengaruhi oleh angin musiman. Larva ikan berenang lebih jauh ke arah utara pada musim timur di bulan Agustus karena arah

angin yang bergerak ke arah utara-barat laut. Ikan kerapu dan kakap berenang lebih cepat daripada ikan bawal, sehingga skenario pertama menghasilkan area persebaran larva yang lebih luas dari skenario kedua.

Model sebaran larva ini diperoleh berdasarkan data yang terbatas tentang perikanan potensial di TNK. Untuk studi lebih lanjut, model harus mempertimbangkan kondisi fisik seperti suhu, salinitas, dan kekeruhan perairan, serta parameter biologis yang mempengaruhi seperti nutrien (nitrat, fosfat) dan fitoplankton. Selain itu, diperlukan juga informasi dasar tentang potensi perikanan sekitar TNK misalnya: jenis, perilaku fisik, dan wilayah habitat ikan. Penelitian lebih lanjut perlu diperoleh untuk menghasilkan pemetaan zonasi yang disusun dari hasil-hasil pemodelan sebagai dasar untuk pengelolaan yang berkelanjutan dan konservasi sumber daya pesisir dan laut di wilayah ini.

4. KESIMPULAN

Kondisi hidrodinamika di perairan di sekitar TNK sangat kompleks karena banyak faktor yang berpengaruh seperti faktor fisis laut dan faktor meteorologis serta adanya intervensi dari aktivitas manusia. Untuk mengelola sumber daya laut secara berkelanjutan diperlukan pemahaman yang menyeluruh terhadap kondisi tersebut melalui penelitian-penelitian diantaranya dapat melalui pemodelan oseanografi serta pengumpulan data lapangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perairan secara umum dipengaruhi oleh kondisi pasang surut dan angin dengan nilai kecepatan arus yang lebih besar saat musim barat dibandingkan saat musim timur, dengan kecepatan maksimum mencapai 3,7 m/s. Nilai kecepatan arus yang dihasilkan dijadikan dasar untuk mendapatkan pola musiman sebaran larva ikan.

Penelitian ini diperoleh dengan menggunakan data yang terbatas untuk wilayah TNK sehingga input model hidrodinamika dan model sebaran larva ikan tidak didasarkan pada data observasi. Model ini juga tidak divalidasi menggunakan data lapangan karena tidak ada pengamatan pasang surut yang pernah diselenggarakan di daerah ini. Survei oseanografi terpadu perlu dilakukan untuk menentukan kondisi fisik di perairan Manggarai Barat dan juga untuk memvalidasi hasil model.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Black, K.P. dan Hatton. Two and Three-dimensional numerical Hydrodynamic and Dispersal models of an Exposed coastal site. In South-eastern Ocean Outfall Study: Volume 2. Victorian Institute of Marine Sciences: Appendices -Page. A.33-A.38. 1992.

[2] Black, K.P. The Hydrodynamic Model 3DD and Support Software. Occasional report No.19. 53 pp. 1996.

[3] Black K.P Lagrangian Dispersal and Sediment Transport Model an Support Software. Occasional report no. 20. Department of Earth Sciences. New Zealand: University of Waikato and NIWA, Hamilton. 1996.

[4] Black, K.P., Healy T.R., de Lange W.P, Gorman R, Dolphin T. Field Measurements in Coastal Marine Science. Department of earth Sciences. New Zealand: University of Waikato. Private Bag 3105. Hamilton. 1996.

[5] Black, K.P. dan de Lange W.P. Lectures Notes: Numerical Modelling of Physical Marine Processes. Department of earth Sciences. New Zealand: University of Waikato. Private Bag 3105. Hamilton. 1995.

[6] Bowden K.F., Krauel D.P. dan Lewis. R.E. Some Features of Turbulent Diffusion from A Continuos source at Sea. Annual Review of Fluid Mechanics. 1983.

[7] Chu, W.S. Remaining Problems in the Practical Application of Numerical Models to Coastal Waters in Application in Coastal Modelling. Lakhan, V.C dan Trenhaile (eds). Elsevier Oceanography Series. 1989; 355 – 369.
[8] Chu, W.S. and Yeh, W.W.G. Calibration of a Two-dimensional Hydrodynamics Model. Coastal Engineering. 1985; 293-308.
[9] Csanady G.T. Turbulent Diffusion in the Environment., D. Reidel Publ.Co. 1973; p.249.
[10] Dishidros TNI-AL. Daftar Pasang Surut Tahun 2012. Dishidros TNI-AL. 2012.
[11] Falconer, R.A. Flow and Water Quality Modelling in Coastal and Inland Water. *Journal of Hydraulic Research.* 1992; 30: 437-452.
[12] Gordon, R.B. and Spaulding, M.L. Numerical Simulation of the tidal- and wind-driven circulation in Narragansett Bay. *Jour. of. Estuarine Coastal and Shelf Science*. 1987; 24(5): 611-636.
[13] Komodo National Park. 25 Year Master Plan for Management, Book 1: Management Plan. Komodo National Park's Authority. 2000.
[14] Komodo National Park. 25 Year Master Plan for Management, Book 2: Data and Analysis. Komodo National Park's Authority. 2000.
[15] Komodo National Park. 25 Year Master Plan for Management*, Book 3: Site Planning.* Komodo National Park's Authority. 2000.
[16] Koutitas, C.G. Mathematical Model in Coastal Engineering. Pentech Press. 1988; p.156.
[17] Leis, Jeffrey M. Behaviour as Input for Modelling Dispersal of Fish Larvae: Behaviour, Biogeography, Hydrodinamics, Ontogeny, Physiology, and Phylogeny Meet Hydrography. *Marine Ecology Progress Series*. 2007; 347: 185–193.
[18] Leis, Jeffrey M., Amanda C. Hay[1], Matthew M. Lockett[1], Jeng-Ping Chen[2], Lee-Shing Fang. Ontogeny of swimming speed in larvae of pelagic-spawning, tropical, marine fishes*. Marine Ecology Progress Series*. 2007; 349: 257-269.
[19] Lendertse, J.J. and Liu, S.K. Modelling of three-dimensional flows in Estuaries. 2nd Annual Symposium on Modelling Techniques*. Waterways, Harbour and Coastal Engineering (ASCE)*. 1975; 625-642
[20] Liu, S.K. and Lendertse, J.J. Multidimensional Numerical Modelling of Estuaries and Coastal Seas. *Advances in Hydroscience.* 1978; 11: 95-160.
[21] Meyer, Trevor, Sudaryanto, Peter M., dan Jos P. Sustainable, profitable and socially responsible-building a'triple bottom line'grouper and snapper culture industry in Komodo. *Aquaculture Asia*. 2004; *9*(4): 34-36.
[22] Pearcy, W.G., Fisher, J.P. dan Yoklavich, M.M. Biology of the Pacific pomfret (Brama japonica) in the North Pacific Ocean. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 1993;50(12):2608-2625.
[23] Ramming, H.G. and Kowalik. Numerical Modelling of Marine Hydrodynamics. Applications to Dynamical Physical Processes. Elseviers Oceanography Series 26. 1980.
[24] Sudaryanto, Trevor M., and Peter M. Natural Spawning of Three Species of Grouper in Floating Cages at a Pilot Broodstock Facility at Komodo, Flores, Indonesia. SPC Live Reef Fish Information Bulletin #12, February. 2004.
[25] WWF Indonesia. Perikanan Kerapu dan Kakap, Panduan Penangkapan dan Penanganan. Seri Panduan Perikanan Skala Kecil versi 1, Oktober. 2011.
[26] D. Gorinevsky, S. Boyd, G. Stein, Optimization-based tuning of low-bandwidth control in spatially distributed systems, *American Control Conference.* 2003; 3: 2658–2663.

Pedoman Penulisan
Applied Technology and Computing Science Journal (ATCSJ)

(Format artikel dikirim dalam bentuk *file* Microsoft Word 2007, judul, *Times New Roman*, 14 pt, *bold*, *center*, awal kata dengan huruf besar kecuali kata sambung)

Penulis I[1*], Penulis II[2], dan Penulis III[3] (tanpa gelar, 2 spasi dari judul, *Times New Roman,* 12 pt, *bold*, *center*)

[1]Program Studi Sistem Informasi Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya 60111 (berjarak ½ spasi dari nama penulis, 10 pt, *center*)
[2]Program Studi Sistem Informasi, FTIF, ITS dan alamatnya
[3]Teknik Mesin, FTI, ITS dan alamatnya
[*]*E-mail*: rizqi.putri.nb@unusa.ac.id

Abstrak (ditulis dalam Bahasa Indonesia, *Times New Roman*, 10 pt, *bold*, *italic*, *center*)

Abstrak diketik menggunakan dengan huruf (font) Times New Roman (10 pt), spasi 1. Ukuran kertas A4 (210 x 297 mm), margin kiri 3 cm, margin atas 3 cm, margin kanan 3 cm dan margin bawah 2,5 cm. Gunakan format satu kolom. Penulis makalah ditulis tanpa gelar akademis 12 pt bold dan rata tengah. Instansi dan alamat ditulis rata tengah dengan ukuran 10 pt. Abstrak dengan penulis lebih dari satu orang, penulis utama ditulis pada urutan pertama dan ditulis email untuk penulis korespondensi (corresponding author). Abstrak ditulis dengan bahasa Indonesia. Abstrak terdiri dari pendahuluan (yang menguraikan latar belakang, review penelitian terdahulu dan tujuan penelitian), metodologi, hasil dan pembahasan serta kesimpulan. Keseluruhan naskah diketik satu spasi dengan format satu kolom dan dibuat dalam satu paragraf.

Kata kunci: berisi maksimum 5 kata kunci yang digunakan (berjarak ½ spasi dari abstrak)

1. PENDAHULUAN (11 pt, *bold*, 2 spasi dari *keywords* dan ½ spasi dari paragraf di bawahnya)

Artikel ditulis dalam Bahasa Indonesia dengan ukuran A4 dengan margin masing-masing: atas 3 cm, bawah 2.5 cm, kiri 3 cm, dan kanan 3 cm. Jumlah halaman yang diijinkan maksimum 15 halaman.

Naskah ditulis dengan huruf *Times New Roman* dengan ukuran 11 pt, 1.15 spasi, dengan format 1 kolom. Huruf pertama tiap paragraf ditulis menonjol ke dalam dengan jarak 0.5 cm. Semua kata asing dalam naskah ditulis dengan huruf miring.

Contoh penulisan sumber pustaka dalam kalimat: Stein (2008) telah mempelajari ..... Ambang batas kadar timbal dalam air minimum adalah 0,02 mg L^{-1} (Sasaki dkk., 2004). Pendahuluan berisi latar belakang, keterkaitan penelitian dengan pustaka rujukan sebelumnya, identifikasi permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup kajian, dan gambaran hasil yang ingin dicapai.

2. METODOLOGI (11 pt, *bold*, 1.15 spasi dari kalimat di atasnya)

Untuk makalah yang menggunakan pemodelan matematis, metodologi berisi teori atau pendekatan model, justifikasi model, algoritma penyelesaian model-model, dan teknik penyelesaiannya. Landasan teori berisi fenomena dasar, pengembangan keterkaitan fenomena yang dikaji dengan fundamentalnya. Penulisan persamaan matematis ditulis *center* dan diberi

nomor dengan angka dalam tanda kurung yang diletakkan pada margin kanan naskah dan menggunakan ***Equation*** yang tersedia di MsWord. Contoh penulisan persamaan matematis adalah:

$$F = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{p_{CO_2}^{\text{data}} - p_{CO_2}^{\text{pers.}}}{p_{CO_2}^{\text{data}}} \right)^2 \quad (1)$$

Untuk makalah yang terkait dengan percobaan laboratorium, maka metodologi berisi bahan percobaan, alat percobaan yang digunakan, dan prosedur percobaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN (11 pt, *bold*, 1.15 spasi dari kalimat di atasnya)

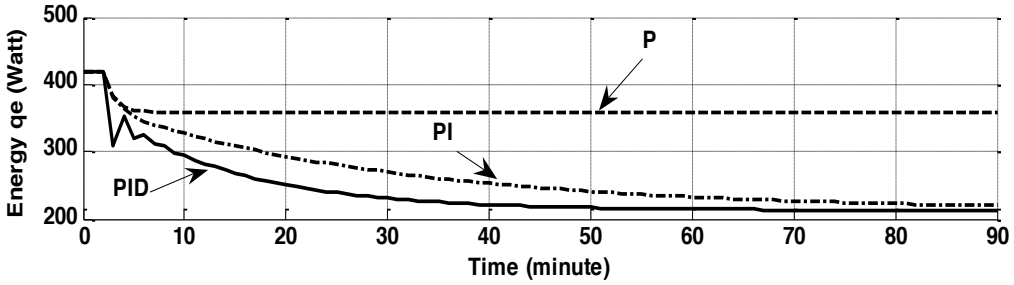
Hasil dan pembahasan berisi data yang disajikan dengan tabel-tabel dan/atau gambar-gambar serta analisis pembahasannya. Tabel dan gambar diberi nomor urut dan diberi judul. Contoh penyajian tabel dan gambar adalah sebagai berikut:

Tabel 1. (10 pt, *bold*) Contoh Penyajian Tabel (10 pt, awal kata dengan huruf besar kecuali kata sambung).

No	Variabel	Nilai Tunak
1	Laju alir volumetrik arus-1, f_1 (cm^3/detik)	106
2	Laju alir volumetrik arus -2, f_2 (cm^3/detik)	71
3	Laju alir volumetrik arus -3, f_3 (cm^3/detik)	177
4	Konsentrasi arus-1, c_1 (gr/cm^3)	0

Ukuran huruf untuk isi tabel 9 pt. Jarak antara judul tabel dan kalimat sebelumnya 1 spasi, antara judul tabel dan tabel ½ spasi, serta antara tabel dan kalimat selanjutnya 1 spasi.

Gambar yang disajikan berwarna hitam-putih dengan kualitas gambar yang baik dan jelas. Jika terdapat lebih dari 1 gambar dalam satu judul, maka tiap-tiap gambar diberi kode (a), (b), (c), dst, dan keterangan tiap-tiap gambar dapat disajikan bersama judul gambar. Ukuran huruf untuk judul gambar 10 pt, nomor gambar *bold*, dan awal judul gambar berhuruf besar. Keterangan gambar dapat disajikan bersama judul gambar.



Gambar 1. Respons *loop* tertutup terhadap perubahan suhu arus-1 T_1 Energi pemanas listrik

4. KESIMPULAN (11 pt, *bold,* 1.15 spasi dari kalimat di atasnya)

Kesimpulan berisi ringkasan hasil penelitian/kajian yang telah dilaksanakan dan rekomendasi (jika ada).

5. UCAPAN TERIMA KASIH (11 pt, *bold,* 1.15 spasi dari kalimat di atasnya)

Ucapan terimakasih bersifat *optional*. Jika ada, maka dapat ditujukan kepada instansi pemberi dana penelitian dilengkapi dengan nomor kontrak (jika perlu) dan/atau pihak-pihak yang membantu terlaksananya penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA (11 pt, *bold,* 1.15 spasi dari kalimat di atasnya)

Daftar pustaka ditulis sesuai dengan urutan abjad nama author dengan ketentuan sbb:

[1] Penulis1 A, Penulis2 B. Judul Artikel Paper/Jurnal. *Nama Penyedia Artikel/Jurnal*. Tahun Penerbitan;Nomer Volume(Nomer Issue):Nomer halaman.

[2] Jun L, Xue M, Danil P, Dacheng T. Deep Neural Network for Structural Prediction and Lane Detection in Traffic Scene. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. 2017; 28(3): 690-703.

[3] Pengarang1 A, Pengarang2 B. Judul Buku. Edisi. Kota: Penerbit. Tahun: Nomer Halaman.

[4] Ward J, Peppard J. Strategic planning for Information Systems. Fourth Edition. West Susse: John Willey & Sons Ltd. 2007: 102-104.