

ISSN 2621-4474
E-ISSN 2621-4458

Volume 1 No. 1 - June 2018



Applied Technology and Computing Science Journal

Aplikasi Deteksi Dini Plagiarisme Judul Tugas Akhir Mahasiswa Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Yayasan RS. Islam Surabaya Dengan Algoritma Rabin-Karp
Drajat Uji Cahyono

Perancangan Program Penentuan Histogram Citra Dengan Graphical User Interface (GUI)
Ima Kurniastuti, Ary Andini

Rancang Bangun Alat Pengukur Gelombang Permukaan Permukaan Laut Presisi Tinggi
Okol Sri Suharyo

Studi Hasil Running Model Arus Permukaan Dengan Software Numerik Mike 21/3 (Guna Penentuan Lokasi Penempatan Stasiun Energi Arus Selat)
Okol Sri Suharyo, Dian Adrianto

Sistem Kendali Posisi Magnetic Levitation Ball Menggunakan Metode Sliding Mode Control (SMC)
Agus Priyanto

Perencanaan Awal Tata Letak Galangan Kapal Di Daerah Kawasan Lahan Terbuka
Meitha Soetardjo, Ede Metha Wardhana, Ahmad Bisri

Applied Technology and Computing Science Journal



Editor In Chief

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

Assosiate Editor

Dr. Istas Pratomo, S.T., M.T.
Dr. Teguh Herlambang S.Si., M.Si.
Paramitha Nerisafitra, S.S.T., M.Kom.
Ima Kurniastuti, S.T., M.T.
Zainatul Mufarikkoh, S.Si, M.T.
Tri Deviasari Wulan, S.T., M.T.
Firman Yudianto, S.T., M.T.

Technical Support

Muhammad Chamdani Sukron

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

Applied Technology and Computing Science Journal
Volume 1, Number 1, June 2018, Page 1-62

DAFTAR ISI

<i>Aplikasi Deteksi Dini Plagiarisme Judul Tugas Akhir Mahasiswa Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Yayasan Rs. Islam Surabaya Dengan Algoritma Rabin-Karp</i>	<i>1-10</i>
<i>Drajad Uji Cahyono</i>	
<i>Perancangan Program Penentuan Histogram Citra dengan Graphical User Interface (GUI)</i>	<i>11-17</i>
<i>Ima Kurniastuti, Ary Andini</i>	
<i>Rancang Bangun Alat Pengukur Gelombang Permukaan Laut Presisi Tinggi (A Prototype Design)</i>	<i>18-29</i>
<i>Okol Sri Suharyo</i>	
<i>Studi Hasil Running Model Arus Permukaan Dengan Software Numerik Mike 21/3 (Guna Penentuan Lokasi Penempatan Stasiun Energi Arus Selat Lombok-Nusapenida)</i>	<i>30-38</i>
<i>Okol Sri Suharyo, Dian Adrianto</i>	
<i>Sistem Kendali Posisi Magnetic Levitation Ball Menggunakan Metode Sliding Mode Control (SMC)</i>	<i>39-51</i>
<i>Agus Priyanto</i>	
<i>Perencanaan Awal Tata Letak Galangan Kapal Di Daerah Kawasan Lahan Terbuka</i>	<i>52-62</i>
<i>Meitha Soetardjo, Ede Mehta Wardhana, Ahmad Bisri</i>	

Aplikasi Deteksi Dini Plagiarisme Judul Tugas Akhir Mahasiswa Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Yayasan Rs. Islam Surabaya Dengan Algoritma Rabin-Karp

Drajad Uji Cahyono

Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya

E-mail: drajat@unusa.ac.id

Abstrak

Di zaman modern yang serba instan dan cepat, dimana semakin mudahnya pertukaran informasi dewasa ini tidak hanya membawa dampak positif bagi kemajuan teknologi, tetapi juga membawa dampak negatif yang hampir tidak dapat dihindari yaitu plagiarisme. Praktek plagiarisme ini sangat sering dilakukan terutama di kalangan akademisi baik di tingkat sekolah maupun di perguruan tinggi. Alhasil, tindakan plagiarisme ini dapat berdampak pada penurunan kreatifitas siswa maupun mahasiswa. Berbagai cara persuasif oleh perguruan tinggi diupayakan bagi mahasiswa untuk mencegah kemungkinan dilakukannya kegiatan plagiarisme. Berdasarkan permasalahan tersebut maka, skripsi ini ditujukan untuk membuat suatu Aplikasi Deteksi Dini Plagiarisme Judul Tugas Akhir Mahasiswa STIKES Yayasan RS. Islam Surabaya dengan Algoritma Rabin-Karp. Metode yang digunakan dalam aplikasi ini yaitu dengan membandingkan kemiripan judul tugas akhir yang telah ada di database dengan judul tugas akhir yang tengah diajukan oleh mahasiswa. Dengan adanya aplikasi ini sekumpulan judul tugas akhir dapat diuji apakah antar judul tugas akhir memiliki kesamaan atau tidak. Berdasarkan hasil evaluasi uji coba sistem dapat diketahui bahwa performa hasil persentase similaritas dari algoritma Rabin-Karp memiliki ketergantungan dengan nilai K-gram yang diberikan. Berikutnya, hasil pengujian akurasi pada pendeteksian similaritas judul tugas akhir diperoleh hasil rata-rata akurasi similaritas adalah sebesar 63,19 %. Algoritma Rabin-Karp masih cukup layak untuk digunakan sebagai suatu metode sederhana untuk mendeteksi kemungkinan terjadinya plagiarisme. Meski begitu, aplikasi ini belum dapat digunakan secara sempurna untuk memastikan kemungkinan akan terjadinya tindakan plagiarisme tugas akhir. Tujuan akhir yang diharapkan adalah dengan adanya aplikasi ini kemungkinan akan dilakukannya praktek plagiarisme dapat dideteksi dan dicegah sedini mungkin.

Kata Kunci: *Plagiarisme, String Matching, Rabin-Karp*

1. PENDAHULUAN

Teknologi saat ini berkembang dengan sedemikian pesatnya, utamanya dalam hal pertukaran informasi. Di zaman modern yang serba instan dan cepat ini, semakin mudah pertukaran informasi dewasa ini tidak hanya membawa dampak positif bagi kemajuan teknologi, tetapi juga membawa dampak negatif yang hampir tidak dapat dihindari yaitu plagiarisme. Praktek plagiarisme ini sangat sering dilakukan terutama di kalangan akademisi baik sekolah maupun di perguruan tinggi. Alhasil, tindakan plagiarisme ini dapat berdampak pada penurunan kreatifitas siswa maupun mahasiswa.

Sebagai salah satu perguruan tinggi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Yayasan Rumah Sakit Islam Surabaya (STIKES YARSIS) juga berupaya semaksimal mungkin untuk mencegah terjadinya plagiarisme. Embrio lembaga pendidikan tenaga kesehatan perawat dan bidan ini sudah ada sejak tahun 1979, sehingga saat ini telah meluluskan ribuan tenaga perawat dan bidan. Dengan rentang waktu penyelenggaraan pendidikan yang telah begitu lama dan tidak dapat dipungkiri

hasil karya tugas akhir mahasiswa-pun berjumlah sangat banyak, sehingga dapat menjadi sasaran empuk bagi upaya-upaya plagiarisme.

Upaya-upaya persuasif seperti tersebut diatas juga selalu dilakukan oleh STIKES YARSIS, dibarengi dengan sistem kontrol melalui koordinator tugas akhir yang ditunjuk pada tiap-tiap program studi. Akan tetapi koordinator tugas akhir hingga saat ini belum memiliki sarana yang memadai untuk mendeteksi kemungkinan-kemungkinan dilakukannya plagiarisme. Oleh karena itu untuk mencegah praktik plagiarisme tersebut diperlukan sistem deteksi dini pengukuran tingkat similaritas tugas akhir mahasiswa.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka akan dirancang dan dibangun suatu “Aplikasi Deteksi Dini Plagiarisme Judul Tugas Akhir Mahasiswa Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Yayasan RS. Islam Surabaya dengan Algoritma Rabin-Karp”. Teknik yang digunakan dalam perancangan aplikasi yaitu dengan membandingkan kemiripan judul tugas akhir yang telah ada dengan judul tugas akhir yang tengah diajukan oleh mahasiswa.

Dengan adanya aplikasi ini sekumpulan judul tugas akhir dapat diuji apakah antar judul tugas akhir dan yang lainnya memiliki kesamaan atau tidak, diharapkan dengan adanya aplikasi ini kemungkinan akan dilakukannya praktek plagiarisme dapat dideteksi dan dicegah sedini mungkin.

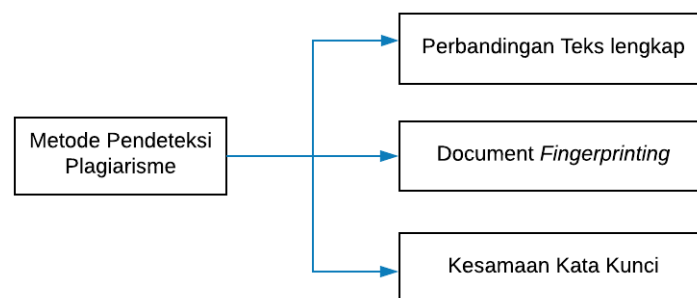
2. LANDASAN TEORI

a. Plagiarisme

Plagiarisme, menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, ialah penjiplakan yang melanggar hak cipta, yaitu hak seseorang atas hasil penemuannya yang dilindungi oleh undang-undang. Plagiat adalah pengambilan karangan (pendapat, dsb) orang lain dan menjadikannya seolah-olah karangan / pendapat sendiri, misalnya menerbitkan karya tulis orang lain atas nama dirinya sendiri. Orang yang melakukan plagiat disebut plagiator atau penjiplak.

b. Metode Pendeteksian Plagiarisme

Metode pendeteksi plagiarisme dibagi menjadi tiga bagian yaitu metode perbandingan teks lengkap, metode dokumen fingerprinting, dan metode kesamaan kata kunci.



Gambar 1. Metode Pendeteksian Plagiarisme

Berikut ini penjelasan dari masing-masing metode dan algoritma yang digunakan dalam sistem ini:

- a. Perbandingan teks lengkap. Metode ini diterapkan dengan membandingkan semua isi dokumen. Dapat diterapkan untuk dokumen yang besar. Pendekatan ini membutuhkan waktu yang lama tetapi cukup efektif, karena kumpulan dokumen yang diperbandingkan adalah dokumen yang disimpan pada penyimpanan lokal. Metode perbandingan teks lengkap tidak dapat diterapkan untuk kumpulan dokumen yang tidak terdapat pada

dokumen lokal. Algoritma yang digunakan pada metode ini adalah algoritma Brute-Force, algoritma Edit Distance, algoritma Boyer Moore dan algoritma Lavenshtein Distance.

- b. Dokumen Fingerprinting. Dokumen fingerprinting merupakan metode yang digunakan untuk mendeteksi keakuratan salinan antar dokumen, baik semua teks yang terdapat di dalam dokumen atau hanya sebagian teks saja. Prinsip kerja dari metode dokumen fingerprinting ini adalah dengan menggunakan teknik hashing. Teknik hashing adalah sebuah fungsi yang mengkonversi setiap string menjadi bilangan. Misalnya Rabin-Karp, Winnowing dan Manber

- c. Kesamaan kata kunci. Prinsip dari metode ini adalah mengekstrak kata kunci dari dokumen dan kemudian dibandingkan dengan kata kunci pada dokumen yang lain. Pendekatan yang digunakan pada metode ini adalah teknik dot.

- c. Algoritma Rabin-Karp

Algoritma Karp-Rabin diciptakan oleh Michael O. Rabin dan Richard M. Karp pada tahun 1987 yang menggunakan fungsi hashing untuk menemukan pattern di dalam string teks. Fungsi hashing menyediakan metode sederhana untuk menghindari perbandingan jumlah karakter yang kuadrat di dalam banyak kasus atau situasi. Daripada melakukan pemeriksaan terhadap setiap posisi dari teks ketika terjadi pencocokan pola, akan lebih baik efisien untuk melakukan pemeriksaan hanya jika teks yang sedang proses memiliki kemiripan seperti pada pattern. Untuk melakukan pengecekan kemiripan antara dua kata ini digunakan fungsi hash. Algoritma Rabin-Karp ini banyak digunakan dalam pendeteksian pencontek atau kecurangan.

- d. Preprocessing Data

Sebelum menentukan fitur-fitur yang mewakili, diperlukan tahap preprocessing yang dilakukan secara umum dalam teks mining pada dokumen, yaitu case folding dan tokenizing.

- a. Case Folding

Case folding adalah mengubah semua huruf dalam dokumen menjadi huruf kecil. Hanya huruf “a” sampai dengan “z” yang diterima.

- b. Tokenizing

Tahap tokenizing / parsing adalah tahap pemotongan string input berdasarkan tiap kata yang menyusunnya. Karakter selain huruf dihilangkan dan dianggap delimiter.

- c. K-gram

K-gram adalah rangkaian terms dengan panjang K. Kebanyakan yang digunakan sebagai terms adalah kata. K-gram merupakan sebuah metode yang diaplikasikan untuk pembangkitan kata atau karakter. Metode K-gram ini digunakan untuk mengambil potongan-potongan karakter huruf sejumlah k dari sebuah kata yang secara kontinuitas dibaca dari teks sumber hingga akhir dari dokumen.

- d. Hashing

Hashing adalah suatu cara untuk mentransformasi sebuah string menjadi suatu nilai yang unik dengan panjang tertentu (fixed-length) yang berfungsi sebagai penanda string tersebut. Fungsi untuk menghasilkan nilai ini disebut fungsi hash sedangkan nilai yang dihasilkan disebut nilai hash.

- e. Pengukuran Nilai Similaritas

Inti dari pendekatan k-gram dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama, membagi kata menjadi k-gram. Kedua, mengelompokkan hasil terms dari k-gram yang sama. Kemudian untuk menghitung similarity dari kumpulan kata tersebut maka digunakan rumus pengukuran nilai similaritas untuk pasangan kata yang digunakan.

Keterangan:

S = Similaritas

Nt = Jumlah Hashing yang sama

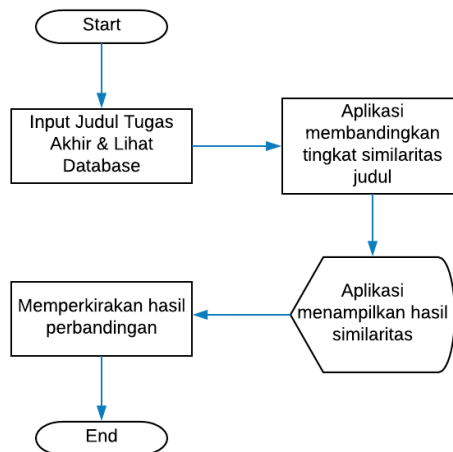
Nx = Total substring asli

Ny = Total substring uji

3. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

a. Analisis Masalah

Sebelum adanya aplikasi ini, usaha upaya untuk mendeteksi kesamaan judul dilakukan dengan menggunakan fasilitas pencarian database tugas akhir di perpustakaan. Dimana teknik tersebut masih membutuhkan “tenaga ekstra” bagi panitia tugas akhir (koordinator) untuk memutuskan apakah suatu judul tugas akhir yang diajukan oleh mahasiswa layak digunakan lebih lanjut atau tidak. Dengan adanya aplikasi ini diharapkan kemungkinan tindakan plagiarisme dapat dideteksi dan dicegah sedini mungkin.



Gambar 2. Aplikasi Deteksi Dini Plagiarism

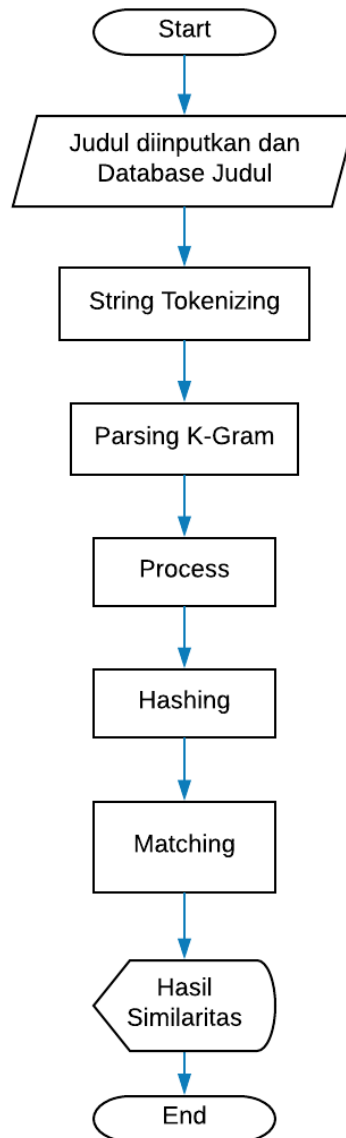
b. Perancangan Sistem

Aplikasi yang akan dibuat adalah untuk mengetahui tingkat similiaritas judul tugas akhir sehingga dapat digunakan sebagai salah satu sarana untuk mendeteksi secara dini kemungkinan dilakukannya plagiarisme. Pengguna akan menginputkan judul tugas akhir, setelah itu sistem akan menguji berapa persen hasil tingkat similaritas judul yang diajukan dengan database yang ada.

Setelah sistem memperoleh data inputan, selanjutnya sistem akan masuk ke tahap string tokenizing. Proses tokenizing merupakan penghilangan kata dan tanda baca yang dianggap kurang penting seperti kata penghubung (yang, dan, di, dll) serta karakter tanda titik, koma dan sebagainya. Selain itu pada tahapan ini string yang diolah disamaratakan menjadi lower case seluruhnya. Berikut contoh yang judul tugas akhir yang belum dilakukan tokenizing: “Perbedaan perkembangan motorik kasar anak usia Todler (1-3 tahun) pada ibu bekerja dan tidak bekerja di Posyandu Pondok Candra Sidoarjo”. Setelah dilakukan tokenizing akan menjadi seperti ini: “perbedaan perkembangan motorik kasar anak usia toddler 1-3 tahun pada ibu bekerja tidak bekerja posyandu pondok candra sidoarjo”.

Tahapan berikutnya setelah string tokenizing adalah melakukan parsing k-gram yakni memecah kata yang telah diproses string tokenizing menjadi potongan-potongan dimana setiap

potongan mengandung string karakter sebanyak k. Setelah melakukan parsing k-gram langkah berikutnya adalah menghitung nilai hashing dari tiap potongan string. Setelah itu langkah berikutnya adalah melakukan hash matching yakni pencocokan nilai hash dari keseluruhan potongan string yang dibandingkan. Proses akhir adalah menghitung banyaknya nilai hash string yang sama sehingga didapatkan hasil persentase similaritasnya. Berikut diagram fungsi algoritma yang digunakan.



Gambar 3. Proses Menghitung Nilai Similaritas Judul

c. Perhitungan Manual

Untuk lebih jelas mengenai proses menghitung nilai persentase similaritas judul makan akan diperlihatkan contoh kasus sederhana dan cara menghitungnya dengan cara manual sebagai berikut:

- Teks 1 : Saya Drajad.
- Teks 2 : Saya Andrea.

a. Tokenizing

Setelah dilakukan tokenizing, kalimatnya akan menjadi seperti ini:

- Teks 1 : saya drajad
- Teks 2 : saya andrea

b. Parsing K-Gram

Pembagian string berdasarkan K-Gram. Nilai K-Gram yang digunakan adalah 4 (K-Gram=4). Maka string tersebut akan menjadi potongan string seperti di bawah ini: {saya} {aya} {ya a} {a an} { and} {andr} {ndre} {drea}

Tabel 1. Tabel Perbandingan String Teks 1 dan Teks 2

Teks 1		Teks 2	
No	Substring	No	Substring
1	saya	1	saya
2	aya	2	aya
3	ya d	3	ya a
4	a dr	4	a an
5	dra	5	and
6	draj	6	andr
7	raja	7	ndre
8	ajad	8	drea

c. Hashing

Merupakan proses pengubahan karakter menjadi bilangan hash. Untuk melakukan pengubahan tersebut digunakan rumus sebagai berikut.

$$H = C1 * a(k-1) + C2 * a(k-2) + C3 * a(k-3) \dots + Ck * a0$$

Dimana H adalah nilai Hash, C adalah nilai ASCII untuk suatu karakter, a adalah bilangan basis, sedangkan k adalah banyaknya karakter.

Pola: "saya"

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Hash dari saya} &= s*113 + a*112 + y*111 + a*110 \\
 &= 115*113 + 97*112 + 121*111 + 97*110 \\
 &= 166230
 \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama terhadap kalimat yang telah di K-Gram maka di dapat nilai hashing sebagai berikut. Tabel Perbandingan Teks 1 dan Teks 2 Setelah Nilai Hash Didapatkan.

Tabel 2. Tabel Nilai Hash Perbandingan Teks 1 dan Teks 2

No	Teks1	Hash	No	Teks 2	Hash
1	saya	166230	1	saya	166230
2	aya	144847	2	aya	144847
3	ya d	173240	3	Ya a	173237
4	a dr	134193	4	a an	134156
5	dra	56043	5	and	55639
6	draj	148067	6	andr	143631
7	raja	164734	7	ndre	159865
8	ajad	143100	8	drea	148102

Keterangan Bold: nilai hash sama

Setelah didapatkan nilai hash dari seluruh substring, kemudian dicari nilai hash yang sama dari kedua teks. Seperti nilai hash yang diberikan keterangan Bold (ditebalkan) pada tabel diatas.

d. Pencocokan Nilai Hashing

Dengan cara mencocokkan satu per satu dari kedua tabel nilai hash, dihitung jumlah hash yang sama. Seperti pada tabel di awah ini.

Tabel 3. Tabel Pencocokan Nilai Hash

Teks 1	Hasil	Teks 2
166230	=	166230
144847	=	144847
173240	≠	173237
134193	≠	134156
56043	≠	55639
148067	≠	143631
164734	≠	159865
143100	≠	148102

Dengan cara yang sama dilakukan pencocokan terhadap semua nilai hash satu persatu.

e. Pengukuran Nilai Similaritas

Dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$S = \frac{Nt}{Nx + Ny}$$

Dimana S adalah nilai Similaritas yang akan dicari, Nt adalah Jumlah K-Gram Nilai Hash yang sama dan Nx+Ny adalah total jumlah K-Gram dari 2 string yang dibandingkan. Maka hasil yang didapatkan adalah:

$$S = \frac{4}{8 + 8}$$

$$S = 0,25$$

Untuk mendapatkan persentase similaritas, dikalikan dengan persen. Jadi tingkat similaritas string yang diuji yakni = 25 %.

4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pengujian performansi pada akurasi pendeteksian judul-judul tugas akhir yang memiliki tingkat similaritas cukup tinggi, dimana pada pengujian ini akan mencoba membandingkan beberapa judul tugas akhir yang hampir mirip dengan cara merubah parameter k-gram mulai dengan nilai satu sampai dengan sepuluh. Judul tugas akhir yang akan diuji berikut ini merupakan judul tugas akhir yang telah ada di STIKES YARSIS.

Pengujian dengan judul tugas akhir, sebagai berikut:

Judul Tugas Akhir : FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI IBU DALAM MEMILIH KB SUNTIK 3 BULAN DI BPS SITI HASUNAH DESA DURUNG BEDUG KECAMATAN CANDI SIDOARJO, dengan:

Judul Tugas Akhir : FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI IBU DALAM MEMILIH KB SUNTIK 3 BULAN DI BPS SUTYANI DESA BABAN KABUPATEN SUMENEP MADURA

Berikut hasil perhitungan yang dihasilkan:

Tabel 4. Pengujian Performa Algoritma Rabin Karp

No	K-Gram	Similaritas
1	1	93.02 %
2	2	78.48 %
3	3	62.86 %
4	4	60.27 %
5	5	58.56 %
6	6	57.40 %
7	7	58.72%
8	8	56.50 %
9	9	56.11 %
10	10	55.71 %

Sedangkan pada pengujian akurasi similaritas judul tugas akhir dengan membandingkan beberapa judul, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Pengujian Akurasi Similaritas Judul Tugas Akhir

No	Judul 1	Judul 2	Similaritas
1	Faktor-faktor yang mempengaruhi ibu dalam memilih KB suntik 3 bulan di BPS Siti Hasunah Desa Durung Bedug Kecamatan Candi Sidoarjo	Faktor-faktor yang mempengaruhi ibu dalam memilih KB suntik 3 bulan di BPS Sutiyan Desa Baban Kabupaten Sumenep Madura	60.27 %
2	Gambaran tingkat pengetahuan masyarakat tentang upaya pencegahan penyakit demam berdarah di RW 05 Desa Kapasan Kelurahan Sidokare Kecamatan Sidoarjo	Gambaran tingkat pengetahuan masyarakat tentang tanda dan gejala penyakit demam berdarah di RW 05 Desa Kapasan Kelurahan Sidokare Kecamatan Sidoarjo	88.81 %
3	Hubungan tingkat pengetahuan tentang penyakit menular seksual dengan sikap remaja pada siswa SMA XXX Kelas XXX	Gambaran pengetahuan tentang penyakit menular seksual pada remaja di Desa Karang Tanjung Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo	47.00 %
4	Hubungan antara konsep diri dengan kejadian kenakalan remaja pada siswa kelas 2 di Smu Wachid Hasyim 2 YPM Taman Sepanjang	Hubungan konsep diri dengan kejadian kenakalan remaja pada siswa kelas VIII di SMP Bina Bangsa Surabaya	61.17 %
5	Hubungan antara tingkat pengetahuan ibu tentang pentingnya antenatal care dengan keteraturan antenatal	Hubungan pengetahuan ibu hamil tentang antenatal care dengan keteraturan antenatal care di Polindes Banjar Timur	47.24 %

No	Judul 1	Judul 2	Similaritas
	care di BPS Mimiek Andayani Simo Pomahan Surabaya	Kecamatan Gapura Kabupaten Sumenep	
6	Hubungan perawatan payudara dengan kelancaran ASI pada ibu nifas di BPS Aski Surabaya	Hubungan antara perawatan payudara pada ibu nifas dengan kelancaran ASI di BPS Yayuk Ismail Jagir Surabaya	72.51 %
7	Hubungan antara tingkat pengetahuan ibu dengan pemberian makanan pendamping ASI pada bayi usia 0-6 bulan di Desa Durung Bedug Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo	Gambaran tingkat pengetahuan ibu tentang pemberian makanan pendamping ASI pada bayi usia 0-6 bulan di Puskesmas Pembantu Sumberjo Pucuk Kabupaten Lamongan	58.98 %
8	Hubungan antara peran keluarga dengan kepatuhan minum obat pada penderita TB Paru di Puskesmas Perak Timur Surabaya	Hubungan dukungan keluarga dengan kepatuhan minum obat pada penderita TB Paru di Puskesmas Tulangan Kabupaten Sidoarjo	70.87 %
9	Gambaran tingkat pengetahuan ibu menyusui tentang teknik menyusui yang benar di BPS. Hj Soedarti Gasmanan Surabaya	Gambaran pengetahuan ibu menyusui tentang teknik menyusui yang benar di RT 04 RW 03 Kelurahan Wonokromo	59.02 %
10	Hubungan antara tingkat pengetahuan remaja tentang kesehatan reproduksi dengan perilaku seks bebas pada siswa kelas X di SMA Giki 2 Surabaya	Hubungan tingkat pengetahuan kesehatan reproduksi dengan perilaku seks bebas remaja di SMAN 1 Parengan Tuban	66.08 %

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang berisi hasil-hasil yang diperoleh setelah dilakukan analisis, desain, implementasi dan pengujian dari perangkat lunak yang dibangun dan telah dikembangkan serta saran-saran yang akan memberikan catatan penting dan kemungkinan perbaikan yang diperlukan untuk pengembangan perangkat lunak selanjutnya.

Kesimpulan

- Aplikasi deteksi dini plagiarisme tugas akhir sudah cukup mudah untuk digunakan.
- Berdasarkan hasil evaluasi uji coba sistem dapat diketahui bahwa performa hasil persentase similaritas dari algoritma Rabin-Karp memiliki ketergantungan dengan nilai K-gram yang diberikan.
- Berdasarkan hasil pengujian akurasi pada pendeteksian similaritas judul tugas akhir diperoleh hasil rata-rata akurasi similaritas adalah sebesar 63,19 %.
- Algoritma Rabin-Karp cukup layak untuk digunakan sebagai suatu metode sederhana untuk mendeteksi secara dini kemungkinan terjadinya plagiarisme. Akan tetapi, aplikasi ini belum dapat digunakan secara sempurna untuk memastikan kemungkinan akan terjadinya tindakan plagiarisme tugas akhir.

Saran

Dalam penyusunan penelitian ini, masih terdapat banyak kekurangan yang sangat memungkinkan untuk diperbaiki dan disempurnakan pada pengembangan selanjutnya. Beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan adalah:

1. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu untuk mencegah secara dini kemungkinan terjadinya kegiatan plagiarisme dalam pengerjaan tugas akhir mahasiswa.
2. Aplikasi ini akan lebih bagus jika dapat menggunakan persamaan makna sinonim kata dalam implementasinya.
3. Aplikasi ini perlu disempurnakan dengan penambahan fasilitas untuk mendeteksi plagiarisme langsung pada dokumen tugas akhir, sehingga akurasi ada atau tidaknya suatu kegiatan plagiarisme dapat diukur secara pasti.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chillar, Rajender Singh dan Kochar, Barjes. RB-Matcher: String Matching Technique. *World Academy Of Science, Engeneering and Technology*. 2008; 18. 132-135
- [2] Sandi H. Trik dan Solusi Jitu Pemrograman Web. Yogyakarta: Penerbit Lokomedia. 2010.
- [3] Abdul K. Konsep & Tuntunan Praktis Basis Data. Yogyakarta: Penerbit Andi.1999.
- [4] Abdul Kadir. Tuntunan Praktis Belajar Database Menggunakan MySQL. Yogyakarta: Andi Offset. 2008.
- [5] Sarwo P. Yii Framework: Menguasai Framework PHP Terbaik. Yogyakarta: Penerbit Lokomedia. 2013.
- [6] Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional (2008).
<http://bahasa.kemdiknas.go.id/kbbi/index.php>
- [7] Ade Mirza S. Perancangan Sistem Penentuan Similarity Kode Program pada Bahasa C dan Pascal dengan Menggunakan Algoritma Rabin-Karp. Fakultas Teknik Universitas Tanjung Pura: Program Studi Teknik Informatika. 2013.
- [8] Taufik, Dennis Ahmad. Sistem Pengukuran Tingkat Similaritas Dokumen. Bandung: Universitas Komputer Indonesia. 2012.

Perancangan Program Penentuan Histogram Citra dengan Graphical User Interface (GUI)

Ima Kurniastuti¹, Ary Andini²

¹Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya

²Program Studi Analisis Kesehatan Fakultas Kesehatan Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya

E-mail: ima.kurniastuti@unusa.ac.id

Abstrak

Dalam penelitian ini dilakukan perancangan program penentuan histogram citra yang dilengkapi dengan Graphical User Interface (GUI) sehingga pengguna lebih mudah dalam mengoperasikan program. Perancangan dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap perancangan desain GUI, perancangan GUI, perancangan program dan testing program. Perancangan desain GUI bertujuan untuk menghasilkan desain GUI yang akan mempermudah programmer dalam merancang GUI program. GUI program merupakan tampilan yang akan muncul saat pengguna mengoperasikan program. Tahap perancangan program berfungsi untuk membuat source code yang berisi perintah-perintah dalam program. Tahap terakhir yang dilakukan dalam penelitian ini adalah testing program dengan menggunakan sebuah citra. Dari hasil testing program dapat disimpulkan bahwa program penentuan histogram citra berjalan dengan baik.

Kata Kunci: *histogram, citra digital, citra berwarna, GUI*

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia pemrograman, citra digital merupakan citra kontinyu $f(x,y)$ yang sudah didiskritkan baik koordinasi spasial maupun tingkat kecerahannya (Sutoyo, 2009). Informasi penting dalam citra digital dapat diketahui melalui histogram. Histogram merupakan grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra atau bagian tertentu di dalam citra (Putra, 2010). Informasi-informasi penting tersebut diantaranya pengkategorian citra dalam citra yang terlalu gelap, terlalu terang atau normal (tidak terlalu terang dan tidak terlalu gelap). Pengkategorian citra ini akan mempengaruhi proses pengolahan citra yang akan diterapkan pada sebuah citra. Oleh karena itu, proses penentuan histogram citra merupakan langkah penting dalam penelitian yang melibatkan citra digital.

Secara teori, citra terbagi menjadi tiga jenis yaitu citra berwarna, citra grayscale dan citra biner. Citra berwarna merupakan citra yang terdiri dari kombinasi tiga warna dasar yaitu merah (red), hijau (green), biru (blue). Setiap warna dasar memiliki intensitas sendiri dengan nilai maksimum 256 sehingga pada citra berwarna, akan memiliki tiga macam histogram yang terdiri dari histogram merah, histogram hijau dan histogram biru. Pada citra grayscale, citra hanya terdiri dari warna hitam, keabuan dan putih dan memiliki kedalaman warna 8 bit atau 256 kombinasi warna keabuan sehingga citra grayscale hanya memiliki satu buah histogram (Kurniastuti, 2017). Sedangkan pada citra biner terdiri dari dua warna yaitu hitam dan putih. Citra biner ini juga hanya memiliki satu histogram saja. Berdasarkan kompleksitas dan prioritas penggunaannya, penelitian lebih focus pada program penentuan histogram citra berwarna.

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan program penentuan histogram citra yang diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam menentukan histogram sebuah citra sehingga aplikasi ini dilengkapi dengan Graphical User Interface (GUI). Graphical User Interface (GUI) merupakan sebuah antar muka pengguna yang menggunakan metode interaksi pada piranti

elektronik secara grafis (bukan perintah teks) antara pengguna dan komputer (Chapman, 2001). Tujuan penggunaan GUI adalah membuat program terlihat lebih simpel dan praktis bagi para pengguna. Oleh karena itu, yang perlu diperhatikan dalam pembuatan GUI adalah bagaimana menampilkan sebuah antar muka yang mudah digunakan (user friendly) sekalipun pengguna adalah orang awam yang tidak memahami kerumitan program di dalamnya (Kurniastuti, 2017).

2. METODOLOGI

2.1 Alat Dan Bahan

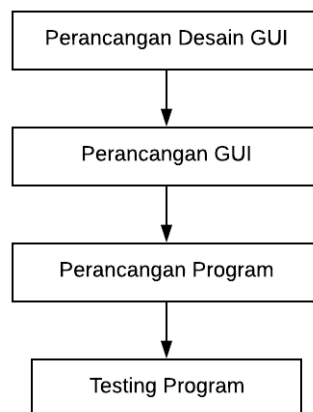
Alat dan bahan pada penelitian ini berfungsi sebagai pendukung dalam mencapai tujuan penelitian. Alat dan bahan yang dibutuhkan diantaranya komputer atau laptop, perangkat lunak evolus pencil, aplikasi bahasa pemrograman serta citra yaitu citra kuku yang digunakan sebagai bahan dalam penelitian ini. Citra kuku termasuk dalam citra berwarna disebabkan citra tersebut memiliki tiga warna dasar yaitu merah, hijau dan biru. Gambar 1 merupakan tampilan citra kuku.



Gambar 4. Citra Kuku

2.2 Metode

Secara matematis, blok diagram penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 5. Blok Diagram Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan untuk menghasilkan program penentuan histogram citra diantaranya tahap perancangan desain GUI, tahap perancangan GUI, tahap perancangan program dan tahap testing program. Tahap pertama yang dilakukan adalah tahap perancangan desain GUI yang bertujuan untuk menghasilkan desain GUI. Dengan adanya desain GUI, penulis dapat merancang GUI program dengan mudah pada aplikasi bahasa pemrograman. Tahap selanjutnya adalah tahap perancangan GUI yang menghasilkan GUI dan

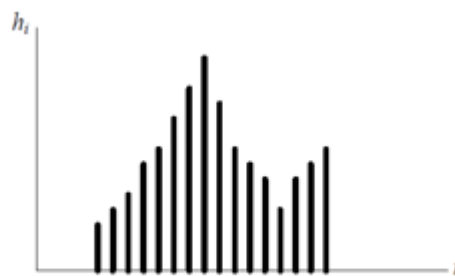
dilakukan menggunakan aplikasi bahasa pemrograman. GUI yang dihasilkan pada tahap ini akan muncul saat pengguna menggunakan program sehingga GUI harus bersifat user friendly atau ramah pengguna. Tahap ketiga yaitu perancangan program dimana penulis mulai membuat source code program. Tahap ini merupakan tahap yang paling penting disebabkan jika tahap ini gagal maka penelitian ini tidak akan menghasilkan program. Oleh karena itu, pada tahap ini, penulis harus memastikan bahwa program telah berjalan dengan baik dengan tidak adanya kesalahan pada source code program yang telah dibuat. Untuk memastikan tidak adanya kesalahan tersebut, penulis melakukan proses build yang bertujuan untuk mengetahui adanya kesalahan atau tidak dalam source code program yang dibuat. Setelah program berjalan dengan baik, penulis perlu melakukan testing program yang merupakan tahap terakhir dalam penelitian ini. Tahap testing program menggunakan citra kuku sebagai bahan pada tahap ini.

2.3 Histogram

Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra atau bagian tertentu di dalam citra. Dari histogram akan didapatkan frekuensi kemunculan nisbi (relative) dari intensitas pada citra tersebut. Selain itu, histogram juga menunjukkan kecerahan (brightness) dan kontras (contrast) dari sebuah citra. Oleh karena itu, histogram dapat digunakan sebagai salah satu metode pengolahan citra yang bekerja secara kualitatif dan kuantitatif (Putra, 2010). Pada citra digital yang memiliki L derajat keabuan yaitu dari 0 sampai $L-1$, histogram citra secara matematis dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$h_i = \frac{n_i}{n}, i = 0, 1, \dots, L-1$$

dengan n_i adalah jumlah pixel yang memiliki derajat keabuan i , n adalah jumlah seluruh piksel di dalam citra. Sedangkan secara grafis histogram ditampilkan dalam sebuah diagram batang yang ditunjukkan pada Gambar 3. Dalam penelitian ini, citra yang digunakan adalah citra berwarna maka histogram citra akan berjumlah 3 (tiga) buah yaitu histogram merah, histogram hijau dan histogram biru.



Gambar 6. Histogram Citra Secara Grafis (Munir, 2004)

2.4 Graphical User Interface (GUI)

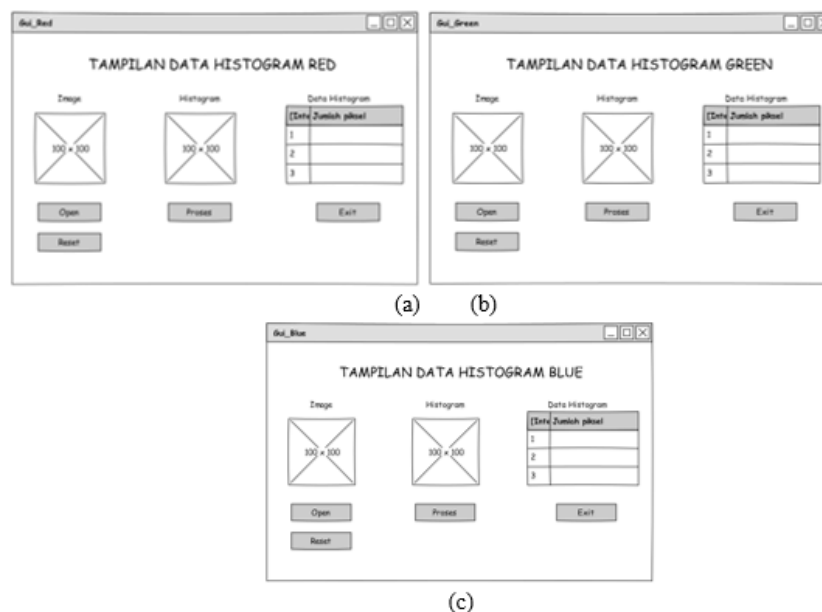
Graphical User Interface (GUI) merupakan tampilan grafis yang memudahkan user atau pengguna berinteraksi dengan perintah teks (Chapman, 2001). Dengan GUI, program yang dibuat menjadi lebih user friendly sehingga user mudah menjalankan suatu aplikasi program. GUI dapat dikatakan bagus apabila program menjadi lebih mudah digunakan dengan memberikan tampilan yang konsisten dan terdiri dari control intuitif seperti pushbutton, listbox, sliders, menu dan sebagainya.

Selain itu, GUI harus dapat dimengerti dan dapat diprediksi sehingga pengguna mengetahui apa yang harus dilakukan ketika akan melakukan sebuah proses. Misal ketika mouse diklik pada pushbutton, GUI akan melakukan proses yang terkandung di dalamnya. Fungsi dari pushbutton dijelaskan pada label pushbutton yang tertera (Kurniastuti, 2017).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan blok diagram penelitian, tahap pertama dalam penelitian ini adalah merancang desain GUI. Desain GUI dibuat dengan menggunakan aplikasi yang menyediakan fitur dalam mendesain GUI yaitu evolus pencil, sebuah perangkat lunak tidak berbayar yang menyediakan fitur GUI baik desktop maupun mobile (Evolus, 2012). Karena focus penelitian ini adalah citra berwarna maka histogram dari citra berwarna akan berjumlah 3 (tiga) buah berdasarkan tiga warna dasar yaitu merah, hijau dan biru. Hal ini menyebabkan program memiliki tiga buah GUI sehingga secara tidak langsung, desain GUI akan berjumlah tiga buah juga. Pada Gambar 4 hingga Gambar 6 secara berturut-turut menampilkan desain GUI histogram merah, histogram hijau dan histogram biru.

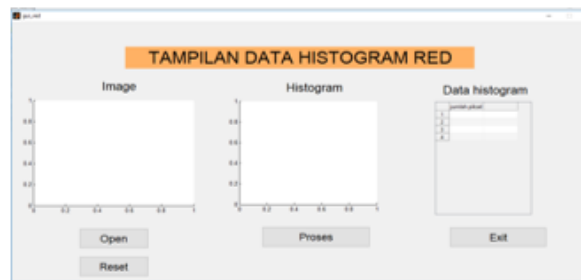
Pada desain GUI, terdapat dua buah kotak, satu tabel dan beberapa tombol yang memiliki fungsi berbeda-beda. Dua buah kotak tersebut berfungsi untuk menampilkan citra dan histogram secara grafis, tabel digunakan untuk menampilkan data histogram dalam bentuk tabel yang memiliki dua kolom yaitu intensitas dan jumlah piksel sedangkan beberapa tombol yaitu tombol open, tombol reset, tombol proses dan tombol exit berfungsi untuk mempermudah pengguna dalam menggunakan program. Tombol open memiliki fungsi untuk membuka atau mengambil citra yang tersimpan di komputer untuk diproses pada program. Tombol reset berfungsi untuk mereset atau menghapus tampilan citra, histogram dan tabel pada GUI sehingga program siap digunakan kembali untuk citra berikutnya. Tombol proses adalah tombol yang digunakan untuk menentukan histogram citra yang menimbulkan munculnya histogram dan data histogram pada tabel. Tombol terakhir yaitu tombol exit berfungsi untuk keluar dari program jika proses telah selesai dilakukan.



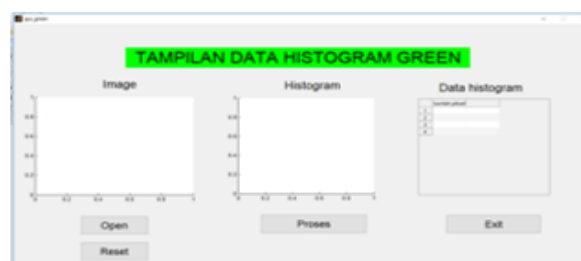
Gambar 7. Desain GUI (a) Histogram Merah (b) Histogram Hijau (c) Histogram Biru

Pada tahap selanjutnya yaitu perancangan GUI, desain GUI yang telah dibuat akan ditransformasi ke dalam GUI program seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 hingga Gambar

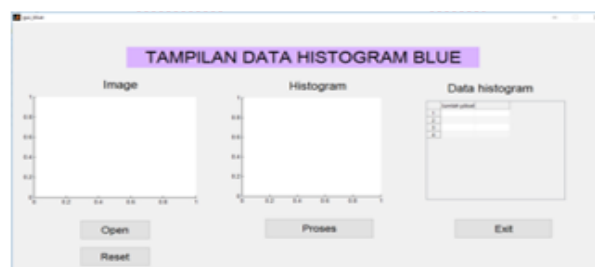
7. Tampilan GUI program akan muncul pada saat pengguna menggunakan program. GUI dibuat sederhana mungkin untuk mempermudah pengguna dalam mengoperasikan program yang telah dibuat.



Gambar 8. GUI Histogram Merah



Gambar 9. GUI Histogram Hijau



Gambar 10. GUI Histogram Biru

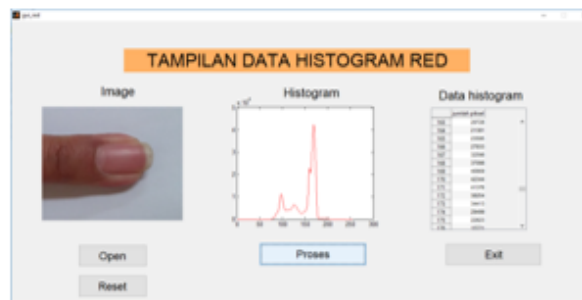
Dalam perancangan program, penulis membuat source code pada tiap-tiap tombol pada GUI program sehingga tombol dapat berfungsi dengan baik. Dengan fungsi yang berbeda pada tiap tombol, maka source code pada tombol tersebut juga berbeda. Karena tombol proses merupakan tombol paling penting dalam program ini, maka penulis hanya menampilkan source code untuk tombol tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 8. Pada source code tombol proses terdiri dari tujuh baris yang diawali dengan membaca citra pada `axes1`. Kemudian dilanjutkan dengan menghitung intensitas 1-256 untuk warna dasar biru. Hasil perhitungan akan disimpan sebagai sebuah data pada tabel yang muncul pada GUI sebagai data histogram dan data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik yang dikenal dengan histogram.

```
Function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
i=getimage(handles.axes1);
blue=i(:, :, 1);
b = imhist(blue);
x = 0:255;
set(handles.uitabell1, 'data', b);
axes(handles.axes2)
plot(x,b,'b-');

```

Gambar 11. Source code program

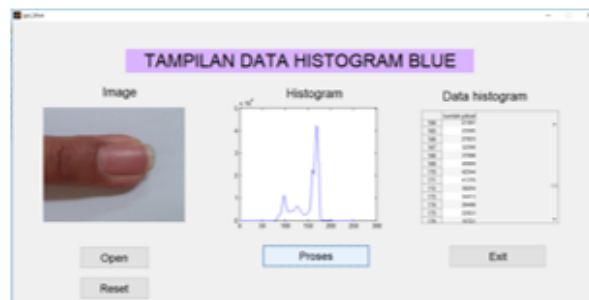
Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah testing program yang menggunakan citra kuku sebagai citra testing. Tampilan testing program ditunjukkan pada Gambar 9 sampai Gambar 11. Pada ketiga gambar tersebut menunjukkan bahwa program penentuan histogram merah, hijau dan biru berhasil menentukan histogram citra dengan munculnya histogram pada axes dan data histogram pada tabel. Meski begitu, penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu karena histogram berjumlah tiga buah maka pengguna harus membuka masing-masing GUI secara manual. Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan berupa GUI menu utama yang akan memberikan pilihan bagi pengguna untuk memilih proses penentuan histogram merah, hijau atau biru. Selain itu, dengan adanya GUI menu utama pengguna hanya perlu membuka satu GUI yaitu GUI menu utama yang akan terhubung ke GUI histogram merah, hijau dan biru.



Gambar 12. Tampilan Testing Program Histogram Merah



Gambar 13. Tampilan Testing Program Histogram Hijau



Gambar 14. Tampilan Testing Program Histogram Hijau

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa program penentuan histogram citra dapat dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu perancangan desain GUI, perancangan GUI, perancangan program dan testing program. Dari hasil testing program didapatkan bahwa program berhasil menentukan histogram citra pada tiga warna dasar yaitu merah, hijau dan biru. Selain itu, program juga menampilkan histogram secara grafik dan detail yang ditampilkan pada tabel. Untuk

pengembangan selanjutnya diharapkan adanya GUI menu utama yang akan menghubungkan ketiga GUI tersebut.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang mendapat hibah dari Kemenristekdikti berupa Penelitian Dosen Pemula (PDP) pada tahun 2018.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Stephen J. C. Matlab Programming for Engineers. Brooks Cole. Amerika Serikat. 2001.
- [2] Evolus, Pencil. 2012. Top Features of Pencil. <http://pencil.evolus.vn>.
- [3] Ima K, Tri Deviasari W. 2017. Perbaikan Citra X-ray Gigi Menggunakan Contrast Stretching. *Technology Science and Engineering Journal*. 2017; 1(1): 8-13.
- [4] Rinaldi M. Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik. Bandung: Penerbit Informatika. 2004.
- [5] Darma P. Pengolahan Citra Digital. Penerbit Andi. Yogyakarta. 2010.
- [6] T. Sutoyo. Teori Pengolahan Citra Digital. Semarang: Andi Yogyakarta dan UDINUS. 2009.

Rancang Bangun Alat Pengukur Gelombang Permukaan Laut Presisi Tinggi (A Prototype Design)

Okol Sri Suharyo

Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut Surabaya

E-mail: okolsrisuharyo@sttal.ac.id

Abstrak

Gelombang permukaan laut adalah salah satu fenomena yang sangat kompleks dan mudah berubah dibandingkan dengan arus dan pasang surut, sehingga untuk memahami secara menyeluruh tentang perilaku dan karakteristik gelombang permukaan laut merupakan hal yang sulit. Gelombang tersebut pada hakekatnya adalah gelombang acak yang terbentuk karena berbagai macam jenis gelombang dengan frekuensi tertentu yang bersuperposisi satu sama lainnya. Sumber pembangkit gelombang tersebut terutama adalah angin, sehingga sering disebut dengan Gelombang Angin (Wind Waves). Secara teoritis, terdapat metode analisis gelombang berdasarkan ketersediaan data dalam suatu perairan, yaitu metode Analisa Gelombang Kurun Waktu Pendek (Short Term Wave Analysis (STWA)) dan metode Analisa Gelombang Kurun Waktu Panjang (Long Term Wave Analysis (LTWA)). Metode STWA adalah melakukan analisa berdasar data gelombang yang pendek, sedangkan metode LTWA dilakukan dengan menggunakan data dalam kurun waktu panjang dan umumnya lebih dari 1 (satu) tahun. Terutama LTWA sangat dibutuhkan untuk mengetahui gelombang yang dipengaruhi oleh musim di Indonesia. Sampai saat ini belum ada data panjang atau kajian gelombang di Indonesia yang menggunakan data panjang karena keterbatasan data detail yang sangat dibutuhkan untuk melakukan analisis tersebut. Untuk mendapatkan data gelombang acak dari berbagai sumber pembangkit gelombang memerlukan alat yang memadai untuk memperoleh datanya. Pada dasarnya ada beberapa jenis alat yang dapat dipergunakan baik di dalam dan di luar untuk memenuhi kebutuhan data tersebut, namun umumnya memerlukan biaya yang tidak sedikit. Sering terjadi bahwa alat yang diperlukan tidaklah sekompleks keperluan untuk pengadaan suatu penelitian yang sederhana, hanya membutuhkan satu atau dua parameter, misalkan untuk mencari data gelombang diperlukan parameter data berupa tinggi air dan waktu, oleh karena itu desain dan alat yang sederhana namun memenuhi kebutuhan untuk pemenuhan data sangatlah membantu dan dapat mengurangi beban biaya penelitian. Pada riset ini diusulkan desain dan pembuatan alat dan sistem gelombang presisi tinggi, dimana diharapkan dalam hitungan detik dapat diperoleh beberapa data gelombang berupa tinggi permukaan air dan waktu pengambilan datanya secara real time dan up to date.

Kata Kunci: Alat Ukur, Tinggi Gelombang, Permukaan Laut

1. PENDAHULUAN

Keselamatan, keamanan, dan kenyamanan adalah hal yang selalu dijaga bagi semua kapal pada umumnya; tetapi kondisi cuaca laut tidak dirasakan sama bagi setiap kapal, melainkan bergantung kepada besar dan desain serta perlengkapan masing-masing kapal. Namun demikian keselamatan adalah yang paling diutamakan bagi semua kapal. Fungsi utama dari informasi meteorologi bagi pelayaran adalah memberi petunjuk pemilihan jalan agar dapat berlayar dengan aman, nyaman, selamat sampai tujuan, dan tepat waktu. Informasi angin dan gelombang perlu memuat keterangan mengenai lokasinya, keberadaannya dan atau yang diperkirakan akan adanya. Prakiraan dan gawar (warning) gelombang hendaknya memberi gambaran mengenai daerah di mana adanya atau akan adanya, tingginya dan batas maksimumnya, arahnya, dan periode gelombangnya.

Gelombang permukaan laut adalah salah satu fenomena yang sangat kompleks dan mudah berubah dibandingkan dengan arus dan pasang surut, sehingga untuk memahami secara menyeluruh tentang perilaku dan karakteristik gelombang permukaan laut merupakan hal yang

sulit. Gelombang tersebut pada hakekatnya adalah gelombang acak yang terbentuk karena berbagai macam jenis gelombang dengan frekuensi tertentu yang bersuperposisi satu sama lainnya. Sumber pembangkit gelombang tersebut terutama adalah angin, sehingga sering disebut dengan Gelombang Angin (Wind Waves).

Untuk mendapatkan data gelombang acak dari berbagai sumber pembangkit gelombang memerlukan alat yang memadai untuk memperoleh datanya. Pada dasarnya ada beberapa jenis alat yang dapat dipergunakan baik di dalam dan di luar untuk memenuhi kebutuhan data tersebut, namun umumnya memerlukan biaya yang tidak sedikit. Sering terjadi bahwa alat yang diperlukan tidaklah sekompleks keperluan untuk pengadaan suatu penelitian yang sederhana, hanya membutuhkan satu atau dua parameter, misalkan untuk mencari data gelombang diperlukan parameter data berupa tinggi air dan waktu, oleh karena itu desain dan alat yang sederhana namun memenuhi kebutuhan untuk pemenuhan data sangatlah membantu dan dapat mengurangi beban biaya penelitian.

Pada penelitian ini diusulkan desain dan pembuatan alat yang mempunyai konsep berbeda dan lebih baik, efisien dan efektif dengan alat ukur sebelumnya, dengan pengukuran tinggi gelombang permukaan laut yang efisien, efektif dan real time, dimana diharapkan dalam hitungan detik dapat diperoleh beberapa data gelombang berupa tinggi permukaan air dan waktu pengambilan datanya secara real time dengan presisi dan ketepatan pengukuran yang baik.

2. STUDI LITERATUR

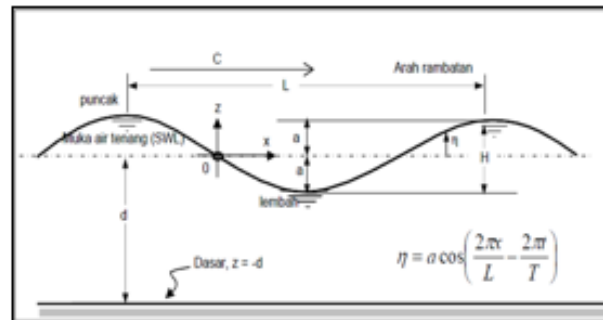
Deskripsi tentang sebuah gelombang hingga kini masih belum jelas dan akurat, oleh karena permukaan laut merupakan suatu bidang yang kompleks dengan pola yang selalu berubah dan tidak stabil (Garrison, 1993). Gelombang merupakan fenomena alam penaikan dan penurunan air secara periodik dan dapat dijumpai di semua tempat di seluruh dunia. Gross (1993) mendefinisikan gelombang sebagai gangguan yang terjadi di permukaan air. Sedangkan Pond (1978) mendefinisikan gelombang sebagai sesuatu yang terjadi secara periodik terutama gelombang yang disebabkan oleh adanya peristiwa pasang surut.

Berdasarkan kedalaman, gelombang yang bergerak mendekati pantai dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu gelombang laut dalam dan permukaan. Gelombang laut dalam adalah gelombang yang dibentuk dan dibangun dari bawah ke permukaan. Sedangkan gelombang permukaan merupakan gelombang yang terjadi antara batas dua media seperti batas air dan udara (Gross, 1993).

Gelombang permukaan terjadi karena adanya pengaruh angin. Peristiwa ini merupakan peristiwa pemindahan energi angin menjadi energi gelombang di permukaan laut dan gelombang ini sendiri akan meneruskan energinya ke molekul air. Gelombang akan menimbulkan riak di permukaan air dan akhirnya dapat berubah menjadi gelombang yang besar. Gelombang yang bergerak dari zona laut lepas hingga tiba di zona dekat pantai (nearshore beach) akan melewati beberapa zona gelombang, yaitu zona laut dalam (deep water zone), zona refraksi (refraction zone), zona pecah gelombang (surf zone) dan zona pangadukan gelombang (swash zone) (Pond-Pickard, 1978).

Gelombang laut memiliki parameter yaitu periode gelombang, panjang gelombang, tinggi gelombang dan cepat rambat gelombang. Periode gelombang (T) adalah waktu tempuh di antara dua puncak atau dua lembah gelombang secara berurutan pada titik yang tetap (satuan detik). Panjang gelombang (L) adalah jarak horizontal antara dua puncak atau dua lembah yang berurutan (satuan meter). Tinggi gelombang (H) adalah jarak vertikal antara puncak gelombang dan lembah gelombang (satuan meter). Cepat rambat gelombang (C) adalah kecepatan tempuh perjalanan

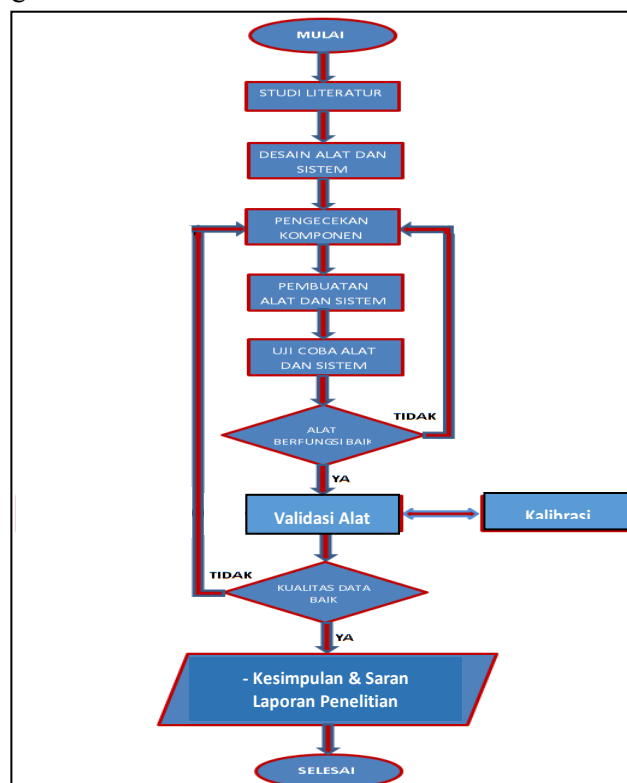
suatu gelombang, yang dapat diperoleh dengan pembagian panjang gelombang (L) dengan periode gelombang (T) atau $C=L/T$.



Gambar 15. Parameter Gelombang

3. METODOLOGI

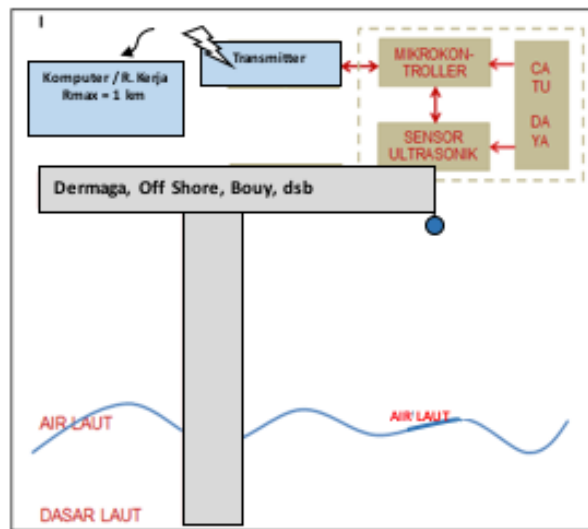
Adapun metode penelitian yang dimaksud adalah tahapan-tahapan kegiatan yang dilaksanakan dalam perancangan dan pembuatan desain alat dan sistem pencatat gelombang permukaan laut presisi tinggi sesuai diagram alir di bawah ini:



Gambar 16. Diagram Alir Metode Penelitian

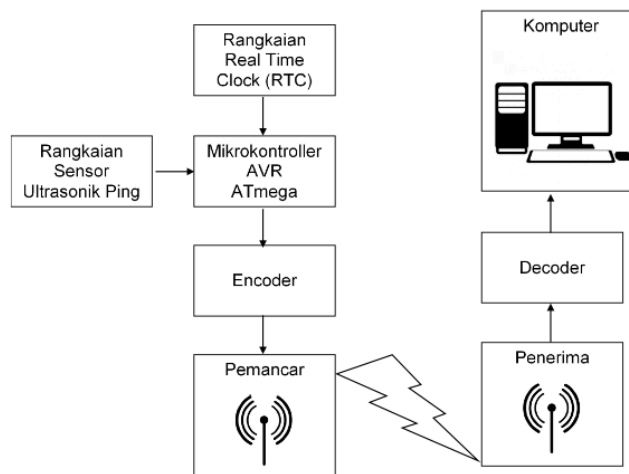
4. DESAIN DAN RANCANGAN ALAT

Desain dan rancangan alat pengukur gelombang permukaan laut ditampilkan dalam gambar di bawah ini:



Gambar 17. Desain dan Rancangan Alat

Alat pengukur tinggi gelombang permukaan laut dipasang di atas permukaan air laut pada dermaga, bangunan lepas pantai atau mooring bouy seperti pada Gambar 3 di atas. Alat tersebut di hubungkan dengan sensor ultrasonik dan mikrokontroller untuk menerima data ukuran ketinggian gelombang secara real time dan nirkabel, yang kemudian bisa ditampilkan pada display lapotop/komputer kerja di ruangan atau kantor. Catu daya atau aki diperlukan sebagai penyedia energi atau power untuk sensor ultrasonik dan mikrokontroller.



Gambar 18. Diagram Desain Alat

Kemampuan jarak jangkauan yang dirancang pada alat ini adalah mampu mengirimkan data secara real time ketinggian gelombang permukaan laut paling jauh 1 Km, dari posisi sensor dan pemancar alat di dermaga / off shore / mooring bouy ke posisi penerima atau komputer kerja user di kantor. Beberapa kegunaan dasar alat ini selain untuk memonitor tinggi gelombang permukaan laut secara real time, adalah juga digunakan untuk keperluan data pada perencanaan ketinggian dermaga Pangkalan TNI AL, break water dan perencanaan bangunan off shore lepas pantai.

5. DEVELOPING ALAT DAN SISTEM

Alat pengukur ketinggian gelombang permukaan laut ini terdiri dari beberapa komponen utama sebagai berikut:

- a. Laptop / Notebook Acer: Aspire V5-132-10192G50nbb, Intel Processor 1019Y 1.0GHz, 2Mb L3 Cache Memory 2 GB DDR3 Harddisk 500GB HDD
- b. Sensor Ultrasonik: SRF10 Ultrasonic Range Finder
- c. Mikrokontroller AVR ATmega: AT24C256 EEPROM Module
- d. Arduino Due R3 SAM3X8E 32-bit ARM Cortex-M Compatible Board Module.
- e. LCD HD44780
- f. Radio Link
- g. Support Component (accu, connector, cable)

Komponen-komponen tersebut diatas dicek dalam hal ketersediaan bahan di lapangan, performance tiap-tiap komponen, serta bagaimana sistem internal konfigurasi panyambungan antar komponen.

Langkah berikutnya adalah pembangunan dan perakitan alat yaitu berupa developing perangkat keras (hardware), developing perangkat lunak (software) dan pembuatan interface atau tampilan program perangkat keras dan lunak, dengan perincian kegiatan sebagai berikut:

- a. Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)

Komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan perangkat keras antara lain Mikrokontroller ARDUINO UNO, RTC, Data Logging, RF 433 dan LCD.



Arduino Uno



Sensor Ultrasonic



RTC dan Data Logging



RF



LCD Display



Catu Daya

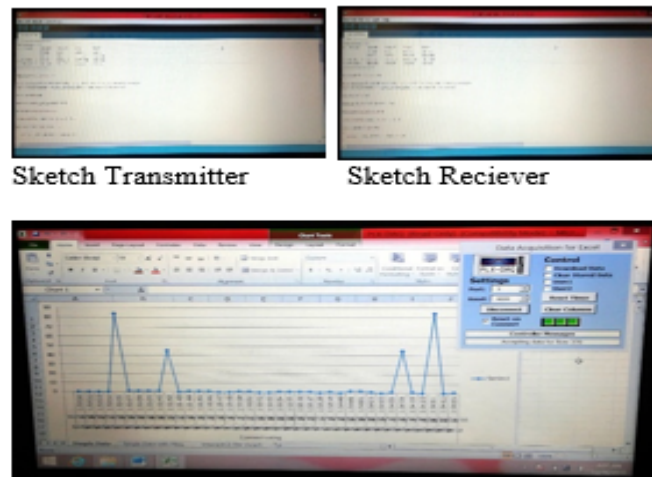


Gambar 19. Developing Perangkat Keras

b. Perancangan perangkat lunak (software)

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah penyusunan software program ARDUINO 1.5.2 dan PLX DAQ dengan Bahasa pemrograman Bahasa C yang diakuisisikan pada format program data excel.

c. Interface Perangkat Keras dan Lunak Perangkat keras dan lunak dibuat, dikoneksikan sedemikian hingga dapat mengukur, menyimpan serta menampilkan ketinggian gelombang air laut, baik di layar LCD ataupun monitor komputer kerja secara real time dan ketepatan hasil ukur yang baik.



Gambar 20. *Interface Data Real Time Excel*

6. VALIDASI DAN KALIBRASI

Pengujian atau validasi sistem alat keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kinerja alat secara keseluruhan. Pengujian dilakukan di Laboratorium Flume FTK ITS. Pengujian dilakukan dengan 3 (tiga) Percobaan pada bak ukur gelombang air seperti pada Gambar 7. Penambahan gelombang air yang menyebabkan tinggi permukaan air bertambah dilakukan dengan mengisi bak air menggunakan mesin pompa air. Proses pengambilan data ketinggian gelombang air dilakukan dengan 2 cara yaitu:

- (1) Pembacaan meteran yang ditempelkan pada bak ukur secara aktual yang disebut dengan Data Aktual,
- (2) Pembacaan pada pengukuran dengan alat rancangan penelitian ini, yang disebut bacaan Data Alat.

Dimana hasil keduanya akan dibandingkan untuk kalibrasi alat. Secara kuantitatif, validasi alat pengukur tinggi gelombang permukaan air dilakukan dengan metode Black Box (Barlas, 2006). Metode Black Box dilakukan dengan membandingkan rata-rata nilai pada data aktual (pengukuran langsung dengan meteran) yang kemudian dibandingkan dengan rata-rata nilai pada data hasil pengukuran alat rancangan. Untuk menemukan rata-rata error yang terjadi dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$E = |(S - A) / A|$$

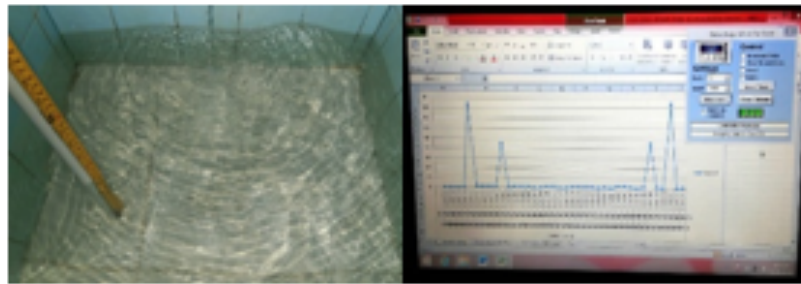
dengan:

A = Data Aktual (pengukuran langsung dengan meteran)

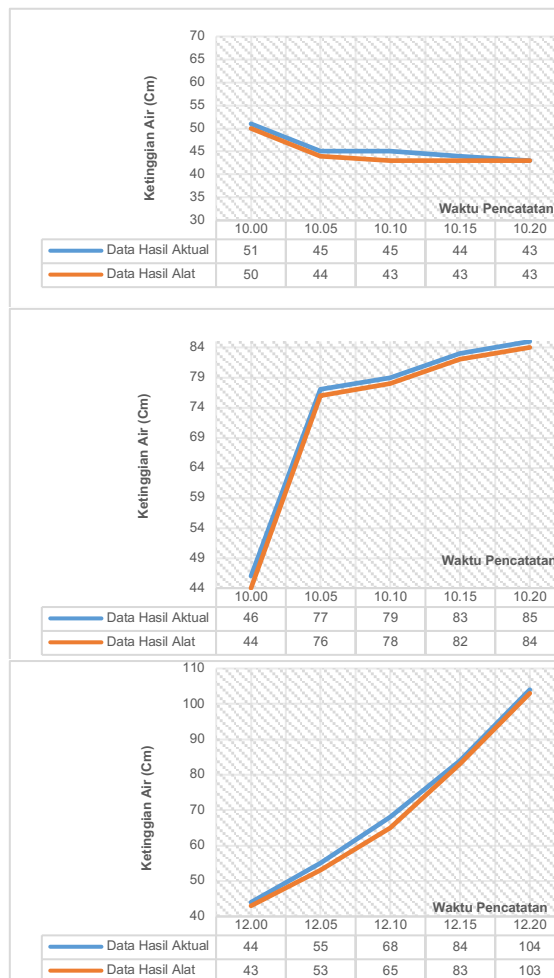
S = Data Alat (pengukuran dengan alat rancangan)

E = Variansi error antara data aktual dan data alat

Dimana jika $E < 0,1$ atau 10% maka model alat Valid



Gambar 21. Proses Kalibrasi Alat



Gambar 22. Grafik Kalibrasi Percobaan Lab. I, II, III

Tabel 1. Perhitungan Error antara Data Aktual dan Data Alat pada Pengujian Laboratorium

Time	Percobaan I		
	Bacaan Data Alat (cm)	Data Aktual (cm)	Error
10.00	50	51	0,0196
10.05	44	45	0,0222
10.10	43	45	0,0444
10.15	43	44	0,0227
10.20	42	43	0,0232
Rata-rata Error			0,0264
Time	Percobaan II		
	Bacaan Data Alat (cm)	Data Aktual (cm)	Error
11.00	45	46	0,0217
11.05	76	77	0,0129
11.10	78	79	0,0126

11.15	82	83	0,0120
11.20	84	85	0,0117
Rata-rata Error			0,0142
Percobaan III			
Time	Bacaan Data Alat (cm)	Data Aktual (cm)	Error
11.00	43	44	0,0134
11.05	53	55	0,0144
11.10	66	68	0,0102
11.15	83	84	0,0094
11.20	103	104	0,0104
Rata-rata Error			0,0116

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 1 nilai rata-rata error (E) untuk Percobaan I 0,0264, Percobaan II adalah 0,0142, dan Percobaan III adalah 0,0116, dimana semua nilai error ketiga Percobaan tersebut lebih kecil dari 0,10 atau $< 10\%$. Oleh karena itu, model alat dikatakan valid secara kuantitatif.

Dari hasil percobaan di Laboratorium didapat variansi error atau ketidak-akuratan alat paling tinggi sebesar $2.64\% < 10\%$ (sesuai Percobaan I). Artinya Keakuratan Pengukuran Alat pada percobaan di laboratorium adalah sebesar 97.36 %.

Hasil ini menurut Barlas (2006) termasuk dalam katagori alat ukur dengan presisi tinggi, karena batas nilai error atau ketidak-akuratan alat adalah 10 %, sehingga model alat dapat dikatakan VALID secara kuantitatif berdasarkan perhitungan dan percobaan ilmiah.

7. UJI COBA LAPANGAN

Uji coba alat selanjutnya dilakukan di lapangan, uji coba ini bertujuan untuk mengukur performance dan keakuratan alat ketika dipasang langsung di lapangan dalam hal ini di perairan / laut. Tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam uji coba lapangan ini meliputi:

a. Persiapan Tempat Uji Coba Lapangan

Uji coba lapangan dilaksanakan di laut selat Madura yaitu di dermaga Koarmatim. Persiapan tempat dilakukan untuk menentukan posisi dimana alat tersebut dipasang sehingga dapat dilakukan pengambilan data pengukuran gelombang permukaan laut secara baik dan real time.



Gambar 23. Persiapan Tempat Uji Coba Lap.

b. Persiapan Alat Rancangan

Persiapan alat rancangan dilakukan dengan tujuan untuk mengecek seluruh komponen dan sistem peralatan rancangan berjalan dengan baik sehingga menghasilkan data pengukuran yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Hal-hal yang dipersiapkan meliputi sebagai berikut:

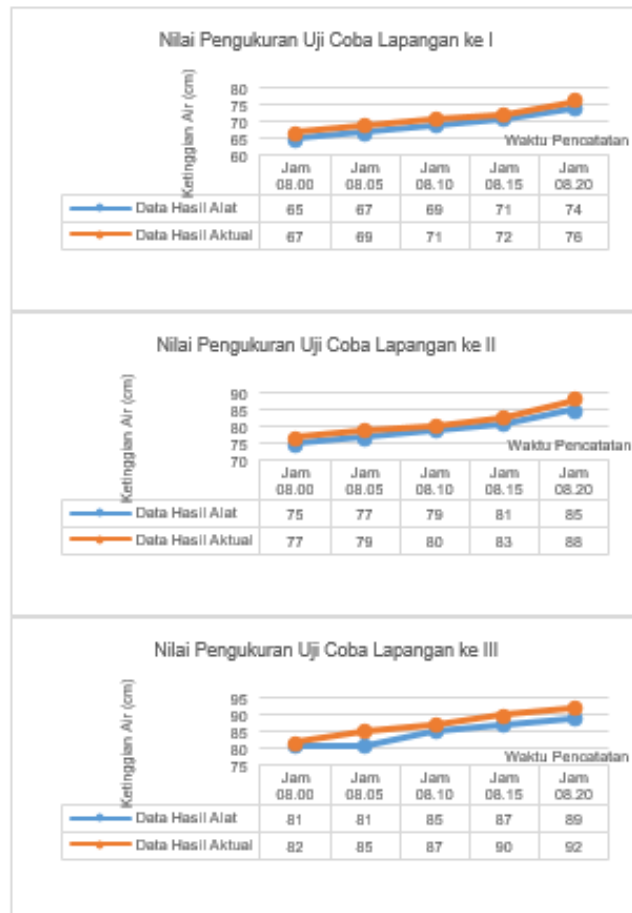
- Laptop kerja / notebook, yang telah berisi software program Arduiono 1.5.2 PLX DAQ, yang dapat menampilkan pergerakan ketinggian gelombang permukaan air laut secara real time dan akurat.
- Receiver TX, yang berfungsi untuk menerima sinyal data secara nirkabel dan real time yang

c. Pelaksanaan Pengambilan Data / Pengukuran Lapangan

Pengambilan data atau pengukuran data di lapangan dilakukan di laut selat Madura tepatnya di dermaga Koarmatim yang dilaksanakan dengan 3 (tiga) kali uji coba. Setiap uji coba dilaksanakan sebanyak 5 kali percobaan pengukuran, sehingga didapatkan 15 data hasil pengukuran. Data hasil pengukuran ini kemudian diolah dan dianalisa untuk mendapatkan koreksi dan nilai keakuratan alat. Cara pengukuran data dilakukan sama dengan di laboratorium yaitu dengan pengambilan data berdasarkan bacaan alat rancangan, yang kemudian dibandingkan dengan bacaan secara data aktual di lapangan dengan meteran.



Gambar 24. Pengambilan Data Uji Coba Lapangan



Gambar 25. Grafik Pengukuran Uji Coba Lapangan

Tabel 2. Perhitungan Error antara Data Aktual dan Data Alat pada Uji Coba Lapangan

Time	Uji Coba I		
	Bacaan Data Alat (cm)	Data Aktual (cm)	Error
08.00	65	67	0,0298
08.05	67	69	0,0289
08.10	69	71	0,0281
08.15	71	72	0,0138
08.20	74	76	0,0263
Rata-rata Error			0,0254
Time	Uji Coba II		
	Bacaan Data Alat (cm)	Data Aktual (cm)	Error
09.00	75	77	0,0260
09.05	77	79	0,0253
09.10	79	90	0,1222
09.15	81	83	0,0241
09.20	85	86	0,0116
Rata-rata Error			0,0418
Time	Uji Coba III		
	Bacaan Data Alat (cm)	Data Aktual (cm)	Error
10.00	81	82	0,0122
10.05	83	85	0,0235
10.10	85	87	0,0230
10.15	87	90	0,0333
10.20	89	92	0,0326
Rata-rata Error			0,0249

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 2 nilai rata-rata error (E) untuk uji coba lapangan ke I adalah 0,0254, kemudian untuk uji coba lapangan ke II adalah 0,0418, selanjutnya untuk uji coba lapangan ke III adalah 0,0249 dimana semua nilai error ketiga Percobaan tersebut lebih kecil dari 0,10 atau $< 10\%$. Oleh karena itu, model alat dikatakan valid secara kuantitatif.

Sehubungan dengan tujuan penelitian, pengujian ini dilakukan untuk mengukur ketepatan dan keakuratan alat dalam mengukur ketinggian gelombang permukaan air yang menjadi output dari penelitian ini. Dari hasil percobaan di lapangan didapat variansi error atau ketidak-akuratan alat paling tinggi sebesar $4.18\% < 10\%$ (sesuai Uji coba II). Artinya Keakuratan Pengukuran Alat pada percobaan di lapangan adalah sebesar 95.82 %.

Hasil ini menurut Barlas (2006) termasuk dalam katagori alat ukur dengan Presisi tinggi dan kesalahan pengukuran atau error masih dalam batas toleransi, karena batas nilai error atau ketidak-akuratan alat adalah 10 %, sehingga model alat dapat dikatakan VALID secara kuantitatif berdasarkan perhitungan dan percobaan ilmiah yang dapat dipertanggung-jawabkan.

8. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari serangkaian kegiatan penelitian, rancang bangun alat, uji coba laboratorium dan uji coba lapangan yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut:

Kesimpulan

- Pengukuran gelombang permukaan laut di suatu perairan secara real time dan up to date dapat dilaksanakan dengan melakukan rancang bangun alat hasil penelitian ini. Alat hasil penelitian ini merupakan gabungan antara software program Arduino 1.5.2 PLX DAQ dengan sistem rancangan hardware berupa Laptop/ Notebook Processor 1019Y 1.0GHz, 2Mb L3 Cache Memory 2 GB, Sensor Ultrasonik, Mikrokontroller AVR ATmega, LCD

- HD44780 dan Radio Link. Semua komponen dirancang dan disusun sebagai sistem yang terintegrasi dalam pengukuran gelombang permukaan laut secara real time dan up to date
- b. Alat ukur gelombang permukaan laut ini terdiri dari komponen-komponen utama yaitu: Laptop/notebook kerja yang terinstal program Arduino PLX DAQ dan terhubung dengan Receiver RX yang berfungsi sebagai display real time dan up to date gelombang permukaan laut. Receiver menerima sinyal data dengan jarak paling jauh 1 Km dari Transmitter RX yang terhubung dengan ultrasonic sensor yang bisa ditempatkan di dermaga, off shore atau mooring bouy untuk mencatat data ketinggian gelombang permukaan laut secara real time dengan keakuratan data yang baik
 - c. Hasil uji percobaan di laboratorium pada alat rancangan pengukur gelombang permukaan laut menunjukkan keakuratan data sebesar 97,36 % dan hasil uji coba di lapangan menunjukkan keakuratan data sebesar 95,82 %. Hasil ini sangat baik dan menunjukkan tingkat Presisi yang tinggi pada alat hasil rancangan
 - d. Keamanan data lebih terjamin karena data-data yang didapat sebelum ditransfer ke alat Receiver RX telah dienskripsi terlebih dahulu pada alat Transmitter TX sehingga menghasilkan data analog angka yang real time yang selanjutnya masuk ke dalam software program Arduino untuk diakuisisi menjadi tampilan interface yang real time / up to date.
 - e. Alat yang telah dibuat sangat mampu meminimalisasi peran manusia / operator dalam pengumpulan, pengolahan maupun dan penyajian data karena keseluruhan proses berlangsung secara otomatis. Data yang diperoleh merupakan data yang real time / up to date sehingga mampu memberikan informasi yang terbaru mengenai kondisi ketinggian gelombang laut yang ada di suatu perairan

Saran

Beberapa saran dalam rangka pengembangan penelitian ke depan dan optimalisasi penelitian yang telah dilaksanakan, yaitu:

- a. Jangkauan maksimal pengiriman data yang dapat dilakukan menggunakan alat yang telah dibuat adalah 1 km di ruangan terbuka. Untuk memperoleh jangkauan yang lebih jauh, perlu dicari system radio link yang lebih baik spesifikasinya.
- b. Kemampuan catu daya aki yang terbatas apabila digunakan terus-menerus (kurang lebih 1.5 bulan), sehingga perlu disiapkan aki cadangan ataupun sumber catu daya yang lain
- c. Selain untuk mendapatkan data gelombang permukaan laut secara real time dan up to date, alat ukur gelombang permukaan laut hasil penelitian rancang bangun ini, dapat pula digunakan sebagai prototype alat untuk perencanaan dermaga pangkalan TNI AL, perencanaan bangunan break water pada pelabuhan, perencanaan bangunan off shore / bangunan lepas pantai

9. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Adityayuda. Pengukuran Faktor Koreksi Jarak Pada Instrumen Motiwali. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian. 2012.
- [2] Afniza. Pembuatan Alat Ukur Kadar Alkohol Pada Minuman Menggunakan Sensor TGS822 Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega8535. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara. 2010.
- [3] BAKOSURTANAL. Prediksi Pasang Surut 2014. *Bidang Medan Gayaberat dan Pasang Surut, Pusat Geodesi dan Geodinamika, Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional Cibinong, Bogor.* 2014.

- [4] M. Fatoni, Harianto dan M.C. Wibowo. Rancang Bangun Absensi Mahasiswa Menggunakan RFID Dengan Komunikasi Terpusat. *Jcones*. 2013; 2(1): 43-50.
- [5] Garisson. *Aplied Oceanography*. New York: John Willey and Sons, Inc. 1993.
- [6] M.G. Gross. *Oceanography: A View of Earth*. New Jersey: Prentice Hall, Inc. Englewood Cliff. 1990.
- [7] F. Irawan. Rancang Bangun Instrumen Pengukur Gelombang Laut Berdasarkan Sistem Pelampung. Skripsi. Pontianak: Universitas Tanjungpura. 2010.
- [8] F. Johansyah, Sudjadi dan R. Arianto. Kontrol Automatis Fin Stabilizer Pada Kapal Perang Tipe FPB-57 Dengan Berbasis Mikrokontroler MC68HC11F1. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro. 2011.
- [9] E. Nurwansyah, A. Andy dan W. Siang. MP3 Player Dengan RFID. Skripsi. Jakarta: Universitas Bina Nusantara, Jakarta. 2009.
- [10] Pond dan Pickard. *Introductory to Dynamic Oceanography*. Oxford: Pergamon Press. 1978.
- [11] I. Purnama, I. Rancang Bangun Alat Pengukur Laju Kendaraan Berbasis Mikrokontroler ATMega8. Skripsi. Bandung: Universitas Komputer Indonesia. 2011.
- [12] T.A. Tanto. Kinerja OTT PS 1 Sebagai Alat Pengukur Pasang Surut Air Laut Di Muara Binuangeun, Provinsi Banten. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2009.
- [13] Z. Yusuf. Alat Pengaman Jarak Antar Kendaraan Guna Mengurangi Angka Kecelakaan Di Jalan Raya. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya. 2009.

Studi Hasil Running Model Arus Permukaan Dengan Software Numerik Mike 21/3 (Guna Penentuan Lokasi Penempatan Stasiun Energi Arus Selat Lombok-Nusapenida)

Okol Sri Suharyo¹, Dian Adrianto²

¹ Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut Surabaya

² Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL

E-mail: okolsrisuharyo@sttal.ac.id

Abstrak

Untuk kepentingan penentuan lokasi penempatan energi listrik berbasis energi arus di sekitar Selat Lombok-Pulau Nusapenida diperlukan kajian awal terhadap bakal lokasi berupa parameter metode yang meliputi kondisi kedalaman, pasang surut dan arus serta parameter geografis kemasyarakatan yang meliputi kondisi sosial kemasyarakatan sekitar lokasi guna pemenuhan aktifitas pembangunan, monitoring dan pemeliharaan. Kajian parameter metode dilakukan dengan membuat simulasi model numerik dengan menggunakan Marine Modelling System Mike 21/3 yang dibuat dengan domain model area selat Lombok dan domain kajian sekitar P. Nusapenida dengan pembangkit pasang surut, yang di validasi dengan data arus. Untuk keperluan input model dan validasi digunakan peta Bathymetri terbitan Dishidros TNI AL no 29/2008 dan 262/2005, data pasang surut tanggal 22Juni – 19Juli 2016 dan data arus permukaan 23 Juni – 22 Juli 2016. Kajian parameter geografis kemasyarakatan dilakukan dengan bantuan peta google earth untuk mengetahui kondisi geografi serta lokasi pemukiman dekat tempat lokasi alat. Keluaran dari kajian yang dilakukan berupa rekomendasi lokasi alternatif alat yang paling mungkin berdasarkan kajian dua parameter di atas yaitu direkomendasikan bahwa lokasi yang paling tepat adalah pada lokasi perairan antara Pulau Nusapenida dan pulau Ceningan.

Kata Kunci: Model Arus Numerik Mike, Energi Arus, Selat Lombok - Pulau Nusapenida

1. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi komputer sampai saat ini sangat mempermudah komunitas modeler numeric dalam membuat simulasi model berbasis numeric. Dengan adanya simulasi model dalam hal ini model hidrodinamika (arus), user dapat memperoleh gambaran terhadap pola pergerakan arus dalam suatu area dua dimensi maupun ruang/volume tiga dimensi. Simulasi model ini juga membantu untuk memahami pergerakan arus pada suatu area walaupun data pengukuran hanya pada single poin atau lebih

Mike zero adalah nama yang umum digunakan oleh salah satu software marine modelling system yang berbasis numeric. Dalam software mike dimana terdapat banyak modul yang dapat digunakan untuk membuat model arus, gelombang, sedimentasi baik di lautan, area pantai, sungai danau serta area lain sesuai kebutuhan pembuatan model. Sesuai setting model pada umumnya desain model dalam hal ini luasan model, pembentukan mesh atau jaringan, input data yang dipergunakan serta adanya data validasi sangatlah mempengaruhi kestabilan dan akurasi model yang dibuat, sehingga semakin realistis. Untuk pembentukan mesh sendiri dalam mike 21/3 menggunakan flexible mesh berbasis finite element, hal ini sangat menguntungkan untuk mengatasi pembentukan mesh di area-area yang sulit yang mempunyai bentuk geometri antara lain, curam, berkelok-kelok, sempit dan lain sebagainya. Dengan demikian pembentukan mesh juga sangat menentukan dalam hasil model.

Pada paper ini model arus permukaan yang termasuk pada modul Flow FM dipergunakan untuk membantu mengetahui pola pergerakan arus guna kepentingan pemilihan lokasi penempatan alat pembangkit listrik tenaga arus di sekitar perairan kepulauan Nusapenida.

2. STUDI LITERATUR

Penelitian di selat Lombok tentang dinamika arus permukaan telah banyak dilakukan, Priyana (1994) dan Miharja (2004) dalam studinya menyatakan bahwa selat Lombok merupakan tempat pertemuan dari 2 massa air dari Samudra Pasifik dan Samudra Indonesia memiliki karakteristik parameter fisis yang berubah terhadap musim, dengan parameter temperatur lebih dominan mempengaruhi pola sebaran kecepatan akustiknya dibandingkan dengan parameter fisis yang lain, seperti salinitas dan kedalaman. Diposaptono (2007) dalam penelitiannya menyampaikan secara umum perubahan musim menimbulkan perubahan pola sebaran temperatur secara horizontal dimana lapisan permukaan memiliki harga paling tinggi pada musim Barat dan paling rendah pada musim Timur. Berbagai penelitian tentang pola arus laut permukaan di lokasi lain juga telah banyak dilakukan diantaranya adalah LPPM ITS – ICEES (2014) dalam studinya tentang Analysis Sedimentation Rate Due To Reclamation Plan in Segendis Bay Bontang. Penelitian selanjutnya studi tentang Wave Height Significant Modeling Due To Breakwater with BOUSS 2D oleh Tim LPPM ITS (2014), Coastal Modeling, Wave Modeling and Sediment Transport in Pelabuhan Perikanan Camplong Madura oleh Tim LPPM ITS (2015), Coastal Modeling – Feasibility Study Smelter & Port Banyuwangi oleh Tim LPPM ITS (2015), Coastal Modeling – Sediment Transport in PLN Channel Tanjung Awar – Awar Tuban oleh tim LPPM ITS (2015), Coastal Modeling - study potential of ocean current power station in the strait Toyapakeh Nusa Penida Bali Tim LPPM ITS (2015), selanjutnya Coastal Modeling - study potential of ocean current power station in the strait Buton Sulawesi oleh Pusat Study Kelautan ITS (2015). Gap penelitian yang ada pada penelitian sebelumnya dibandingkan dengan penelitian ini adalah adanya pengembangan pemodelan arus permukaan dengan Model Numerik Mike 21 pada arus laut selat Lombok dan perairan sekitar pulau Nusapenida untuk menentukan penempatan sumber energi berbasis arus laut permukaan yang belum pernah diteliti oleh peneliti-peneliti sebelumnya.

a. Proses Terjadinya Arus Laut

Menurut Pond dan Pickard (1983), arus terjadi karena adanya proses pergerakan massa air menuju kesetimbangan yang menyebabkan perpindahan horizontal dan vertikal massa air. Gerakan tersebut merupakan resultan dari Beberapa gaya yang bekerja dan beberapa factor yang mempengaruhinya. Arus laut (sea current) adalah gerakan massa air laut dari satu tempat ke tempat lain baik secara vertikal (gerak ke atas) maupun secara horizontal (gerakan ke samping). Contoh-contoh gerakan itu seperti gaya coriolis, yaitu gaya yang membelok arah arus dari tenaga rotasi bumi. Pembelokan itu akan mengarah ke kanan di belahan bumi utara dan mengarah ke kiri di belahan bumi selatan. Sedangkan menurut Gross (1990), arus merupakan gerakan horizontal atau vertikal dari massa air menuju kestabilan yang terjadi secara terus menerus. Gerakan yang terjadi merupakan hasil resultan dari berbagai macam gaya yang bekerja pada permukaan, kolom, dan dasar perairan. Hasil dari gerakan massa air adalah vector yang mempunyai besaran kecepatan dan arah.

b. Pasang Surut Air Laut

Menurut Pariwono (1989), fenomena pasang surut diartikan sebagai naik turunnya muka laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Sedangkan menurut Dronkers (1964) pasang surut laut merupakan

suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil.

US Research Project (1995) menyatakan pasang surut yang terjadi di bumi ada tiga jenis yaitu: pasang surut atmosfer (atmospheric tide), pasang surut laut (oceanic tide) dan pasang surut bumi padat (tide of the solid earth). Pasang surut laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya tarik gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dalam membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi. Gaya tarik gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari dan menghasilkan dua tonjolan (bulge) pasang surut gravitasional di laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari.

3. METODOLOGI

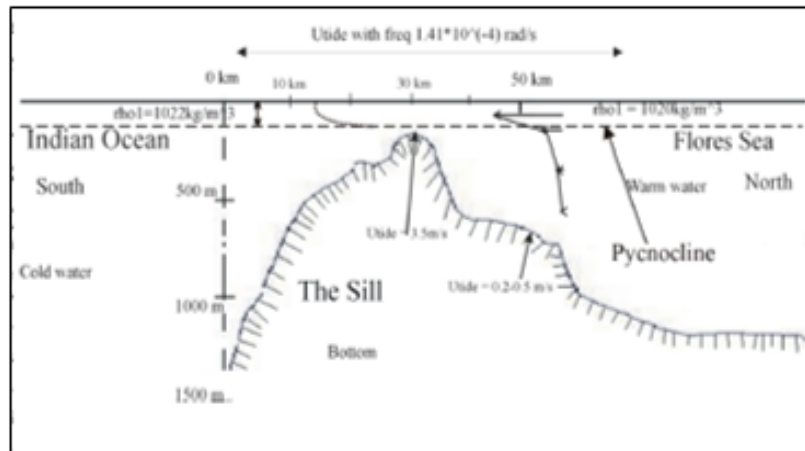
Lokus penelitian, Selat Lombok merupakan salah satu selat utama yang termasuk ALKI 2, dimana di sebelah Utara berbatasan dengan Laut Flores dan di sebelah Selatan berbatasan dengan Samudra Indonesia. Di sebelah Barat berbatasan dengan Pulau Bali dan Pulau Nusa Penida, dan di sebelah Timur berbatasan dengan Pulau Lombok. Panjang pintu masuk selat bagian Selatan antara Pulau Nusa Penida dengan Pulau Lombok sekitar 18 km, dan bagian Utara sepanjang sekitar 40 km. Panjang total Selat Lombok sekitar 60 km. Pada umumnya kondisi bathymetri Selat Lombok landai, kecuali di tengah selat kondisi batimetri cukup curam sampai kedalaman 1000 – 1300 m. Tempat terdalam terdapat di sebelah Selatan Pulau Nusa Penida antara 200 – 450 m, dan di bagian ini terdapat sill yang sangat mempengaruhi dinamika oseanografi Selat Lombok (Supangat, 2003).



Gambar 26. Lokus Penelitian, Selat Lombok – P. Nusapenida

Selat Lombok terkenal juga sebagai tempat bertemunya dua massa air dalam jumlah besar, dari Samudra Pasifik dan Samudra Indonesia. Nilai temperatur (T) Samudra Pasifik lebih tinggi dibandingkan dari Samudra Indonesia, sedangkan nilai salinitas (S) Samudra Pasifik lebih rendah

dibandingkan dengan Samudra Indonesia (Wyrcki, 1961), seperti terlihat pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 27. Profil Melintang yang menunjukkan Sifat-Sifat Oseanografi di Selat Lombok.
(Sumber: Wyrcki, 1961)

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengolahan data diawali dengan pengumpulan data yang dipergunakan sebagai input dalam kepentingan penentuan lokasi penempatan energi listrik berbasis energi arus. Untuk keperluan input model dan validasi digunakan peta bathymetri terbitan Dishidros TNI AL no 29/2008 dan 262/2005, data pasang surut tanggal 22Juni – 19Juli 2016 dan data arus permukaan 23 Juni – 22 Juli 2016 dari Laboratorium Hidrodinamika Fakultas Teknologi Kelautan ITS. Untuk melihat kelayakan model dilakukan verifikasi dg model yang dikembangkan di laboratorium Laboratorium Hidrodinamika Fakultas Teknologi Kelautan FTK-ITS dan Prodi S-2 ASRO STTAL.

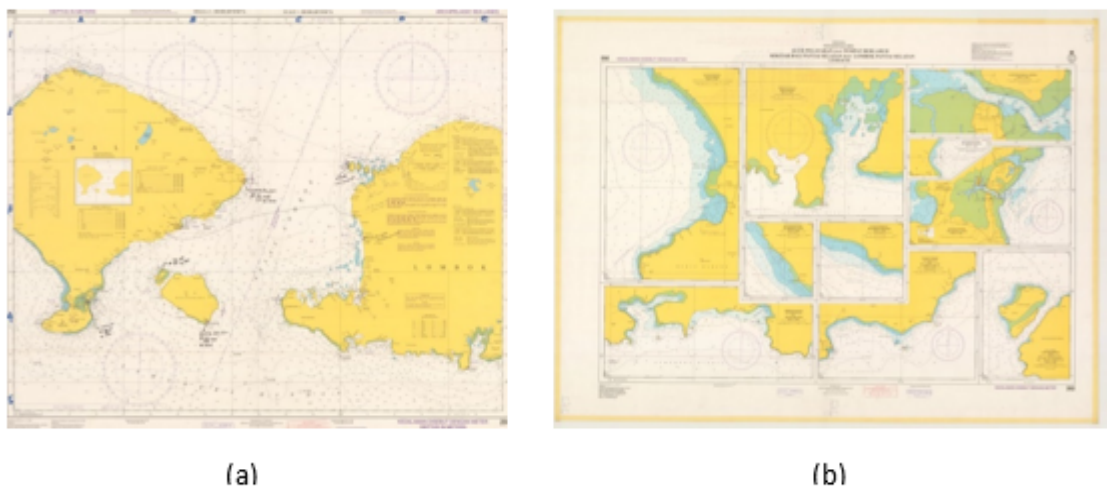
4. SIMULASI MODEL

Simulasi dilakukan di selat Lombok sebagai domain model dan sekitar P.Nusapenida sebagai area kajian. Simulasi model ini menggunakan marine modeling system dengan modul Flow Model FM. Domain model dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini yaitu yang berwarna merah dengan koordinat $05^{\circ} 02' 00''$ $08^{\circ} 55' 00''$ LS dan $115^{\circ} 03' 00''$ - $115^{\circ} 30' 00''$ BT.



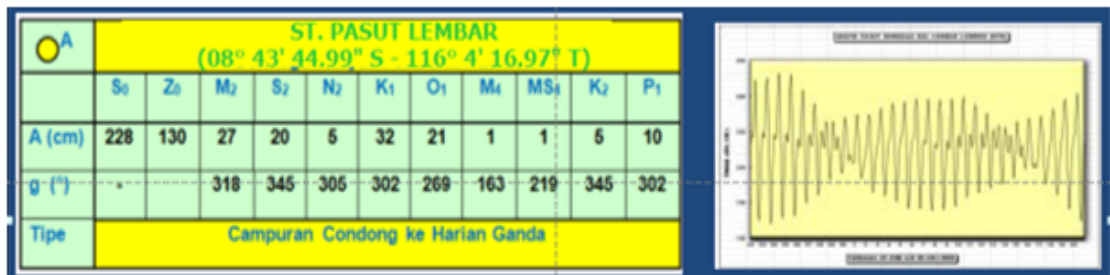
Gambar 28. Domain Model dan Area Kajian Tempat Bakal Lokasi Penempatan Alat.

Area yang berwarna kuning adalah area kajian yaitu daerah sekitar perairan Pulau Nusapenida tempat lokasi penempatan alat energy arus. Kemungkinan lokasi alat seperti terlihat pada huruf A, B dan C sedangkan elips berwarna kuning merupakan tempat yang berpenduduk. Adapun data-data yang digunakan adalah data data bathymetri atau kedalaman yang diperoleh dari digitasi Peta Batimetri Dishidros TNI AL no peta 29 tahun 2008 dan peta 262 tahun 2005, Gambar 4 dibawah merupakan gambar dari peta yang digunakan sebagai input data kedalaman.



Gambar 29. Peta Bathimetri terbitan Dishidros TNI AL
(a) Peta no 262 tahun 2005, (b) Peta no.29 tahun 2008.

Selanjutnya sebagai gaya pembangkit arus digunakan data pasang surut yang diperoleh dari Survei Dishidros TNI AL tahun 2016 yang dilakukan pengukuran pada posisi $08^{\circ} 43' 44.99''$ S - $116^{\circ} 4' 16.97''$ T, dengan lama pengamatan 29 hari mulai tanggal 22 Juni s/d 19 Juli 2016. Setelah melalui proses smoothing dan perhitungan metode Admiralty diperoleh konstanta harmonik dan grafik data arus dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.

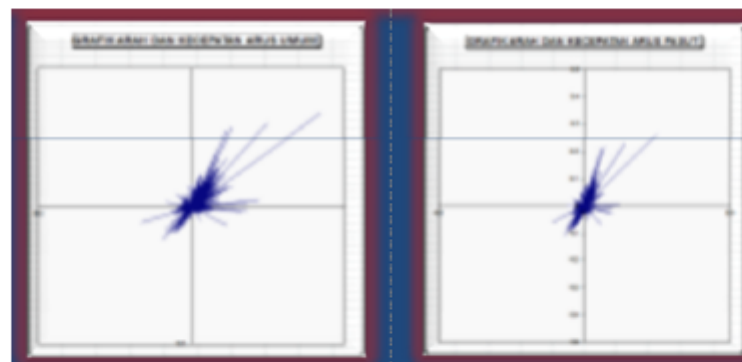


Gambar 30. Pasang surut lembar berdasar Survey Dihidros TNI AL tahun 2016
(a)Konstanta pasang surut, (b)Grafik pasang surut selama 29 hari.

Untuk validasi arus dipergunakan data arus pada survey yang sama yaitu data arus tanggal 23 Juni – 22 Juli 2016 pada posisi 08°43'19,9877" S - 116°03'23,6003"T, selanjutnya data yang ada di smoothing dan dilakukan perhitungan komponen arus untuk mendapatkan konstanta arus dan pemisahan arus antara arus umum dan arus pang surut dan arus non pasut. Gambar 6 di bawah adalah Konstanta arus dan grafik arah dan kecepatan arus pasut dan non pasut.

ST. ARUS PERAIRAN PANTAI CEMARA LEMBAR (08°43'19,9877" S - 116°03'23,6003" T)										
	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₄	MS ₄	K ₂	P ₁	ARAH UTAMA
A (cm)	0.013	0.005	0.004	0.013	0.004	0.004	0.006	0.002	0.003	62,47°
g (°)	61	18	150	34	67	98	1	25	34	

(a)



(b)

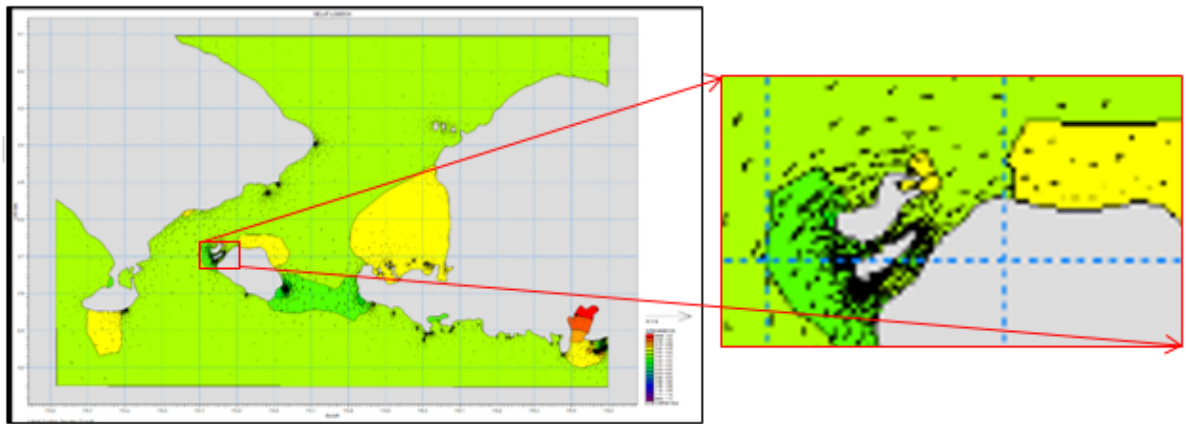
(c)

Gambar 31. Gambar Konstanta dan Grafik Arus Pasut (a) Konstanta Arus, (b) Grafik Arah dan Kecepatan Arus Pasut, (c) Grafik Arah dan Kecepatan Arus Non Pasut.

Simulasi model dilakukan diseluruh domain model selat Lombok untuk mengetahui arah dan kecepatan arus disekitar pulau nusapenida dan di running selama 1 bulan dengan time step 5 menit. Kajian parameter sosial kemasyarakatan dilakukan untuk mendukung analisa secara geografis demi kepentingan pembangunan alat, monitoring dan pemeliharaan. Untuk itu sebaiknya lokasi alat tidak terlalu jauh dengan komunitas penduduk terutama aktifitas pelayaran.dapat mengganggu system tersebut. Selain itu lokasi yang dengan medan yang sulit juga tidak diharapkan karena mempersulit proses aktifitas diatas.

5. HASIL DAN ANALISA

Salah satu hasil model yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini:



Gambar 32. Hasil Model Arus Saat Air Pasut menuju Surut

Gambar 7 di atas adalah hasil model yang menunjukkan waktu pasut menuju surut, dimana secara teoritis pada kondisi inilah kuat arus bernilai paling besar dibandingkan kondisi lainnya. Kuat arus terbesar terjadi pada saat air menuju surut pada saat spring tide. Dalam gambar tinggi elevasi air dapat dilihat pada legenda warna sebelah kanan, dan tanda panah menunjukkan skala kuat arus dalam satuan meter perdetik.

Berdasarkan Gambar 7 dihubungkan dengan Gambar 3 di atas dimana diantara area A,B dan C, terlihat bahwa arus lebih deras terjadi pada lokasi B dengan kuat arus berkisar antara 0.5 – 1 m/s atau 1 – 2 knot, jika dibandingkan dengan lokasi pada A dan C yang bernilai lebih kecil. Sehingga berdasarkan hasil simulasi ini ara B merupakan prioritas pertama.

Selanjutnya dilakukan kajian geografis kemasyarakatan sesuai dengan gambar Gambar 8 di bawah ini:



Gambar 33. Kondisi Perairan Sekitar Lokasi Kajian

Berdasarkan Gambar 8 di atas dan dihubungkan pada Gambar 3 dapat dilihat pada area B mempunyai kondisi dasar laut yang curam dibandingkan terutama pada lokasi A, sedangkan. Pada lokasi b kedalaman yang diperlukan yaitu kedalaman 10 – 50 m tidak terlalu jauh berkisar dari

pantai dibandingkan pada A yang terlalu jauh berkisar 20 – 40 m dibandingkan pada lokasi A yang relative landau yaitu sekitar 1 – 2 km dari pantai, sedangkan lokasi C terlalu dalam di atas kedalaman 50 m. Keunggulan lain bahwa didaerah B tidak langsung terletak di depan pemukiman masyarakat walupun juga tidak terlalu jauh dibandingkan dua lokasi lainnya. Oleh karena itu urutan prioritas penempatan alat stasiun energy berturut turtu adalah lokasi B, A dan C berdasarkan hasil moden dan analisa kondisi geografis daerah kajian.

6. KESIMPULAN

Simulasi dengan melakukan pemodelan numerik sangatlah membantu guna keperluan pemahaman tentang pola arus di suatu area tertentu. Disamping itu analisa kondisi geografis berdasarkan image yang diperoleh dari citra satelit ataupun survey di lapangan (peta) melengkapi kajian yang diperlukan. Berdasar analisa hasil simulasi numerik yang dilakukan serta analisa kondisi geografis perairan area kajian Selat Lombiok - Pulau Nusapenida untuk penentuan lokasi penempatan stasiun energy listrik berbasis energy arus laut dihasilkan rekomendasi tentang urutan prioritas lokasi penempatan tersebut yaitu pada lokasi B, A dan C.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Defant. Ebb And Flow. The Tides of Earth, Air, and Water. Michigan: The University of Michigan Press. 1958.
- [2] S. Diposaptono. Karakteristik Laut Pada Kota Pantai. Direktorat Bina Pesisir, Direktorat Jendral Urusan Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan. 2007.
- [3] J. J. Dronkers. Tidal Computations in *rivers* and coastal waters. Amsterdam: North-Holland Publishing Company. 1964.
- [4] M.G. Gross. Oceanography; A View of Earth. Englewood Cliff. New Jersey: Prentice Hall, Inc. 1990.
- [5] C. A. M. King. An Introduction to Oceanography. New York. San Francisco: McGraw Hill Book Company, Inc. 1996.
- [6] C. D. H. Mac Millan. Tides. New York: American Elsevier Publishing Company, Inc. 1966.
- [7] D.K. Miharja, S. Hadi dan M. Ali. Pasang Surut Laut. Kursus Intensive Oseanografi bagi perwira TNI AL. Lembaga Pengabdian masyarakat dan jurusan Geofisika dan Meteorologi. Bandung: Institut Teknologi Bandung. 2004.
- [8] J. I. Pariwono. Gaya Penggerak Pasang Surut. Dalam Pasang Surut. Ed. Ongkosongo, O.S.R. dan Suyarso. P3O-LIPI. Jakarta. 1989. Hal. 13-23
- [9] G. L. Pickard. Descriptive Physical Oceanography. Oxford: Pergamon Press. 1993.
- [10] Pond dan Pickard. Introductory to Dynamic Oceanography. Oxford: Pergamon Press. 1978
- [11] S. Pond dan G. L. Pickard. Introductory dynamical Oceanography. Second edition. New York: Pergamon Press. 1983.
- [12] Priyana. Studi pola Arus Pasang Surut di Teluk Labuhantereng Lombok. Nusa Tenggara Barat. Skripsi. Bogor: Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor. 1994.
- [13] K. Wyrski. Physical Oceanography of the South East Asian Waters. California: Naga Report Vol. 2 Scripps, Institute Oceanography. 1961.
- [14] Lamona I. Bernawis. Temperature and Pressure Responses on El-Nino 1997 and La-Nina 1998 in Lombok Strait. *Proc. The JSPS-DGHE International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area*. 2000.

- [15] M. G. Gross. Oceanography: A View of Earth. Englewood Cliff. New Jersey: Prentice Hall, Inc. 1990.
- [16] J. M. Bishop. 1984. Applied Oceanography. New York: John Willey and Sons, Inc. 1984: 252.
- [17] M. Gross. 1990. Oceanography sixth edition. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- [18] A. Supangat dan Susanna. Pengantar Oseanografi, Pusat Riset wilayah Laut dan Sumberdaya Non-Hayati, BRPKP-DKP. ISBN. No. 979-97572-4-1. 2003.
- [19] US Research project. NSF and Oregon State University. 1995.

Sistem Kendali Posisi Magnetic Levitation Ball Menggunakan Metode Sliding Mode Control (SMC)

Agus Priyanto

Jurusan Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya,
Indonesia

E-mail: a.priyanto0502@gmail.com

Abstrak

Sistem Magnetic Levitation Ball memiliki peranan yang penting dalam dunia industri diantaranya sebagai sistem yang diaplikasikan pada kereta api yang bergerak melayang diatas rel dengan kecepatan tinggi (kereta MAGLEV),serta model sistem torowongan angin yang melayang . Permasalahan umum yang sering dihadapi sistem pengendali Magnetic Levitation Ball adalah munculnya gangguan tak pasti yang berasal dari dalam maupun luar sistem. Sliding Mode Control (SMC) merupakan salah satu metode kontrol yang bersifat sangat robust, sehingga mampu bekerja dengan baik pada sistem yang mempunyai ketidakpastian model atau parameter. Dari hasil diperoleh kesimpulan bahwa rancangan sistem pengendali dynamic SMC pada Magnetic Levitation Ball telah dapat diterapkan untuk mengendalikan posisi bola agar tetap stabil, secara umum pengendali dynamic SMC robust terhadap gangguan eksternal baik bernilai kecil maupun besar, serta terhadap gangguan internal baik dalam pengurangan maupun penambahan parameter dibanding dengan static SMC. Demikian pula pada pengendali dynamic SMC tidak memiliki osilasi yang berlebihan serta memiliki waktu respon yang cepat sehingga dapat memaksimalkan kinerja dari sistem posisi Magnetic Levitation Ball. Namun selain memiliki kelebihan, terdapat pula kekurangan pada metode ini, yaitu tidak dapat diterapkan pada jenis gangguan impulse besar.

Kata Kunci: Sistem Pengendali, *Magnetic Levitation Ball*, *Static* dan *Dynamic* SMC

1. PENDAHULUAN

Sistem pengendali pada suatu sistem semakin berkembang seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hal ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan masyarakat dan industri terhadap performansi terbaik suatu sistem. Sistem merupakan kombinasi beberapa komponen yang bekerja bersamaan dan melakukan suatu sasaran tertentu [Ogata,1996]. Pada umumnya, suatu sistem terdiri dari rangkaian plant dan sistem pengendali di dalamnya. Plant merupakan seperangkat peralatan (obyek fisik) yang digunakan untuk melakukan suatu operasi tertentu [Ogata, 1996].

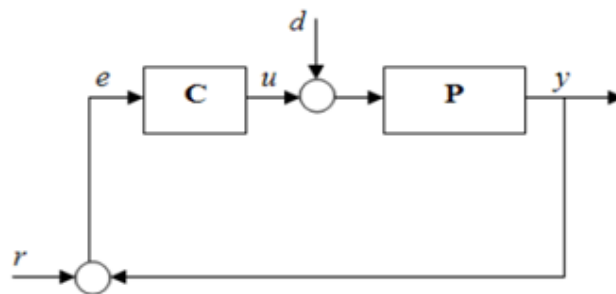
Bentuk aplikasi dari sistem pengendali sendiri dapat ditemukan pada Sistem Magnetic Levitation Ball. Dimana sistem ini memiliki peranan yang penting dalam dunia industri diantaranya sebagai sistem yang diaplikasikan pada kereta api yang bergerak melayang diatas rel dengan kecepatan tinggi (kereta MAGLEV),serta model sistem torowongan angin yang melayang. Magnetic Levitation Ball sendiri adalah suatu rangkaian sistem yang terdiri atas bola baja padat yang bersifat ferromagnetic (benda yang memiliki sifat kemagnetan yang paling kuat dan tahan lama) dimana akan melayang diatas permukaan suatu medium udara apabila diberi tenaga elektromagnet yang berasal dari kumparan elektromagnet. Karena bola baja ferromagnetic yang melayang,terkadang memiliki sifat yaitu sulit untuk dikendalikan posisinya . Maka diperlukan suatu pengendali yang dapat mengendalikan posisi bola baja terhadap tenaga elektromagnet yang diberikan pada bola baja tersebut.

Ada berbagai macam sistem pengendali diantaranya Proportional Integral Derrivative (PID), Sliding Mode Control (SMC), dan sebagainya. Hampir disetiap pengendali yang digunakan saat ini adalah pengendali PID (Passino,1998). Pada umumnya pengendali ini tidak dirancang untuk sistem nonlinear dengan banyak ketidakpastian (uncertainties). Dalam pengendalian sistem modern, dibutuhkan pengendali yang bekerja dengan baik (robust) pada kondisi dengan ketidakpastian yang besar (Perruquetti,2002). Ketidakpastian ini merupakan gangguan bagi sistem.

2. STUDI LITERATUR

a. Sistem Pengendali

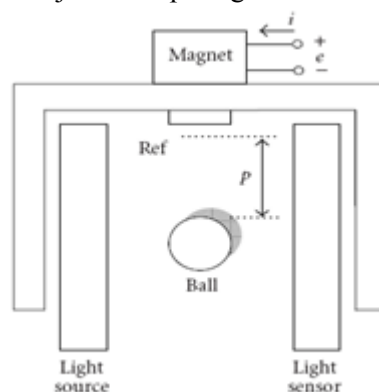
Secara umum, suatu sistem pengendalian dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram blok sederhana dari sistem lup tertutup

dengan r adalah reference point atau nilai yang diinginkan, d gangguan bagi sistem, e sinyal error, u control input, y keluaran sistem, C sistem pengendali, dan P adalah plant.

Magnetic levitation Ball adalah sebuah sistem yang terdiri atas bola baja ferromagnetic yang disuspensi dalam sebuah medan magnet oleh tegangan listrik dengan cara mengendalikan arus pada saat mengalir pada kumparan elektromagnet yang terdiri dari sejumlah lilitan tembaga dan posisi kumparan tepat berada diatas bola baja (Herlambang,2017). Pada sistem ini bola baja diasumsikan bergerak secara vertikal yaitu naik-turun dan berhenti tepat pada posisi melayang dari posisi bola saat diletakkan dalam kondisi awal. Gambar rancangan sistem Magnetic Levitation Ball dapat ditunjukkan seperti gambar berikut:



Gambar 2. Skema Magnetic Levitation Ball

Bagian-bagian dari Magnetic Levitation, yakni:

- | | |
|--------------------------|---|
| - Bola baja | : Bagian yang dikontrol posisinya |
| - Kumparan elektromagnet | : Bagian yang menghasilkan medan magnet |
| - Sumber tegangan magnet | : Bagian yang menghasilkan arus listrik |

- Sensor cahaya (*Light Sensor*) : Bagian yang mengukur ketinggian bola

b. *Sliding Mode Control* (SMC)

Df Pandang suatu sistem dinamis:

$$\dot{x}^{(n)} = f(x) + b(x)u \quad (1)$$

dimana u control input, $x = [x \ \dot{x} \ \dots \ x^{(n-1)}]^T$ merupakan vektor keadaan, $f(x)$ dan $b(x)$ merupakan fungsi terbatas. Jika x_d merupakan x yang diinginkan, maka *tracking error*-nya adalah

$$\tilde{x} = x - x_d \quad (2)$$

Fungsi *Switching* yaitu permukaan $S(t)$ di dalam ruang keadaan R^n , menurut [13] memenuhi persamaan:

$$S(x,t) = \left(\frac{d}{dt} + \lambda \right)^{n-1} \tilde{x} = \sum_{k=0}^{n-1} \binom{n-1}{k} \lambda^k \tilde{x}^{n-1-k} \quad (3)$$

dengan λ berupa konstanta positif. Dimana fungsi *switching* ini digunakan untuk menentukan besarnya nilai u agar memenuhi kondisi *sliding*.

Permukaan *sliding* (*sliding surface*) merupakan persamaan yang memenuhi (Herlambang and Nurhadi, 2017):

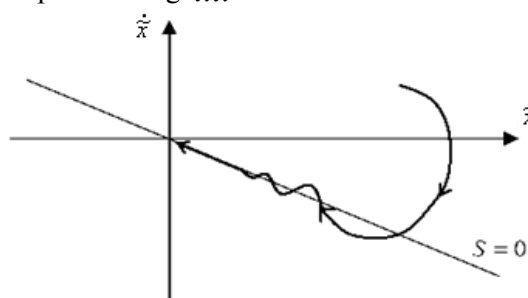
$$S(x,t) = 0 \quad (4)$$

Besar nilai *control input* pada SMC bergantung pada nilai S , sehingga memenuhi pertidaksamaan yang disebut kondisi *sliding*. Kondisi tersebut ditulis dalam bentuk sebagai berikut

$$S\dot{S} \leq -\eta|S| \quad (5)$$

untuk suatu η konstanta positif mendekati nol.

Sliding mode berarti bahwa sekali trayektori keadaan $\tilde{x}$ mencapai permukaan *sliding*, maka trayektori sistem akan bertahan di sana sambil meluncur ke titik asal bidang $\tilde{x}\dot{\tilde{x}}$ secara independen dengan semua ketidakpastian. Gambar 3 menginterpretasikan kondisi *sliding* dari metode pengendalian SMC pada bidang $\tilde{x}\dot{\tilde{x}}$.



Gambar 3. Kondisi *sliding*

Control Law yang digunakan pada SMC adalah persamaan :

$$u = \hat{u} - K \operatorname{sgn}(S) \quad (6)$$

c. Model Dinamika Magnetic Levitation

Dsf Model dinamika *Magnetic Levitation* diberikan sebagai berikut :

(Al-Muthairi, 2004)

$$\frac{dp}{dt} = v \quad (7)$$

$$Ri + \frac{d(L(p)i)}{dt} = V \quad (8)$$

$$m \frac{dv}{dt} = mg - C \left(\frac{i}{p} \right)^2 \quad (9)$$

Kemudian dimisalkan beberapa variabel yang ada pada model *Magnetic Levitation Ball* yaitu variabel $x_1 = p, x_2 = v, x_3 = i, u = V$, serta $X = (x_1 \ x_2 \ x_3)^T$ adalah vektor keadaan, Sehingga model persamaan dari sistem *Magnetic Levitation Ball* dapat ditulis sebagai :

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2 \quad (10)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = g - \frac{C}{m} \left(\frac{x_3}{x_1} \right)^2 \quad (11)$$

$$\frac{dx_3}{dt} = -\frac{R}{L} x_3 + \frac{2C}{L} \left(\frac{x_2 x_3}{x_1^2} \right) + \frac{1}{L} u \quad (12)$$

Persamaan (11) diturunkan kembali menjadi:

$$\begin{aligned} y^{(3)} = \ddot{x}_2 &= -\frac{2C}{m} \left(\frac{x_1^2 x_3 \dot{x}_3}{x_1^4} - \frac{x_1 \dot{x}_1 x_3^2}{x_1^4} \right) \\ &= -\frac{2C}{m} \left(\frac{x_3 \dot{x}_3}{x_1^2} - \frac{\dot{x}_1 x_3^2}{x_1^3} \right) = \\ &= -\frac{2C}{m} \left(\frac{x_3}{x_1^2} \left(-\frac{R}{L} x_3 + \frac{2C}{L} \left(\frac{x_2 x_3}{x_1^2} \right) + \frac{1}{L} U \right) - \frac{x_2 x_3^2}{x_1^3} \right) \\ &= \frac{2C}{m} \left(\left(1 - \frac{2C}{L x_1} \right) \frac{x_2 x_3^2}{x_1^3} + \frac{R x_3^2}{L x_1^2} \right) - \frac{2C}{mL} \frac{x_3}{x_1^2} U \\ &= \frac{2C}{m} \left(\frac{x_2 x_3^2}{x_1^3} - \frac{2C}{L} \frac{x_2 x_3^2}{x_1^4} + \frac{R x_3^2}{L x_1^2} \right) - \frac{2C}{mL} \frac{x_3}{x_1^2} U \end{aligned} \quad (13)$$

Persamaan (13) ini akan digunakan dalam merancang desain dari SMC. Sehingga nantinya dapat diperoleh bentuk pengendali posisi dari *Magnetic levitation*. Pemberian kontrol masukan ($u(t)$) diperoleh dari rancangan pengendali yang sudah terbentuk yaitu pengendali *static* dan *dynamic* SMC.

3. METODOLOGI

Metode yang digunakan pada Tugas Akhir dalam menyelesaikan permasalahan adalah

1. Studi Literatur
2. Pemodelan Sistem Magnetic Levitation Ball

3. Perancangan Pengendali Sistem posisi Magnetic Levitation Ball
4. Simulasi Hasil Perancangan
5. Analisis Hasil Simulasi
6. Penyimpulan Hasil Simulasi dan Pemberian Saran

4. PERANCANGAN STATIC DAN DYNAMIC SMC

a. Perancangan pengendali static SMC

Perancangan pengendali *static* SMC dimulai dengan pembentukan fungsi *switching* S sebagai berikut dengan mengambil nilai $n=3$:

$$\begin{aligned}
 S(x,t) &= \left(\frac{d}{dt} + \lambda \right)^{(n-1)} e \\
 &= \left(\frac{d}{dt} + \lambda \right)^{(3-1)} e \\
 &= \left(\frac{d}{dt} + \lambda \right)^2 e \\
 &= \frac{d^2 e}{dt^2} + 2\lambda \frac{de}{dt} + \lambda^2 e \\
 &= \frac{d^2 y}{dt^2} + 2\lambda \frac{dy}{dt} + \lambda^2 y \\
 &= \ddot{y} + 2\lambda \dot{y} + \lambda^2 y
 \end{aligned}$$

Dengan memisalkan:

$$\lambda_1 = 2\lambda \text{ dan } \lambda_2 = \lambda^2$$

Sehingga fungsi *switching* menjadi:

$$S = \ddot{y} + \lambda_1 \dot{y} + \lambda_2 y \quad (14)$$

Permukaan *sliding*nya ($\dot{S} = 0$) adalah:

$$y^{(3)} + \lambda_1 \ddot{y} + \lambda_2 \dot{y} = 0 \quad (15)$$

Berdasarkan *control law* pada persamaan (6) yang memenuhi kondisi *sliding*, yaitu:

$$u = \hat{u} - K \operatorname{sgn}(S)$$

maka didapatkan *control input*

$$\hat{U} = -\frac{1}{g_1} \left(\hat{f}_1 + \lambda_1 \left(g_c - \frac{C}{m} \left(\frac{\hat{x}_3}{\hat{x}_1} \right)^2 \right) + \lambda_2 \hat{x}_2 \right) \quad (16)$$

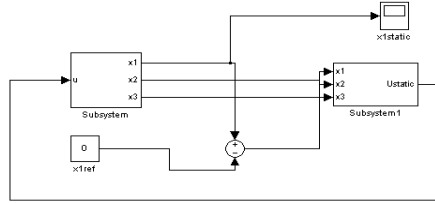
Nilai g_1 dan $\hat{f}_1$ adalah

$$\begin{aligned}
 \hat{f}_1(x) &= \frac{2C}{m} \left(\left(1 - \frac{2C}{Lx_1} \right) \frac{x_2 x_3^2}{x_1^3} + \frac{R}{L} \frac{x_3^2}{x_1^2} \right) \\
 g_1(x) &= -\frac{2C}{mL} \frac{x_3}{x_1^2}
 \end{aligned}$$

dan nilai K yang dirancang agar memenuhi persamaan (5) sebagai berikut:

$$K = \left\lceil \max \left| \frac{\eta}{g_1} \right| \right\rceil \quad (17)$$

Hasil perancangan *static* SMC pada Simulink berupa diagram blok ditunjukkan oleh gambar sistem lup tertutup dengan umpan balik adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram Blok Dinamika *Magnetic Levitation Ball* dengan Pengendali *Static* SMC.

b. Perancangan pengendali dynamic SMC

Dengan langkah yang sama pada pengendali *static* SMC dimulai dengan pembentukan fungsi *switching* S sebagai berikut serta mengambil nilai orde $n=4$

$$S = \left(\frac{d}{dt} + \lambda \right)^{n-1} \cdot e$$

$$S = \left(\frac{d}{dt} + \lambda \right)^{4-1} \cdot e$$

$$S = \left(\frac{d}{dt} + \lambda \right)^3 \cdot e$$

$$S = \left(\frac{d^3}{dt^3} + 3\lambda \frac{d^2}{dt^2} + 3\lambda^2 \frac{d}{dt} + \lambda^3 \right) \cdot e$$

$$S = \frac{d^3 y}{dt^3} + 3\lambda \frac{d^2 y}{dt^2} + 3\lambda^2 \frac{dy}{dt} + \lambda^3 y$$

Sehingga fungsi *switching* menjadi:

$$S = y^{(3)} + 3\lambda \ddot{y} + 3\lambda^2 \dot{y} + \lambda^3 y \quad (18)$$

Dimana : $y^{(3)} = f_1(x) + g_1(x)U$,

Sehingga permukaan *sliding*nya ($\dot{S} = 0$) adalah:

$$\dot{f}_1(x) + \dot{g}_1(x)U + g_1(x)\dot{U} + b_1 y^{(3)} + b_2 \ddot{y} + b_3 \dot{y} = 0$$

$$\dot{f}_1 + \dot{g}_1 U + g_1 \dot{U} + b_1 (f_1 + g_1 U) + b_2 \ddot{y} + b_3 \dot{y} = 0 \quad (19)$$

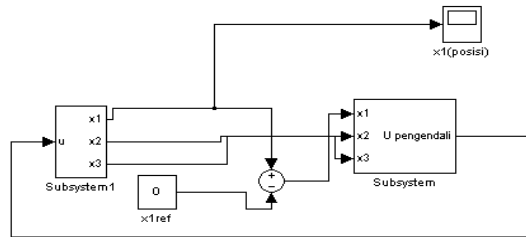
Berdasarkan *control law* pada persamaan (6) yang memenuhi kondisi *sliding*, didapat control input sebagai berikut:

$$U = -\frac{1}{(b_1 g_1 + \dot{g}_1)} (\dot{f}_1 + b_1 f_1 + b_2 \ddot{y} + b_3 \dot{y} + g_1 \dot{U}) \quad (20)$$

dan nilai K yang dirancang agar memenuhi persamaan (5) sebagai berikut:

$$K \geq \left\lceil \max \left| \frac{\eta}{b_1 g_1 + \dot{g}_1} \right| \right\rceil \quad (21)$$

Hasil perancangan *dynamic* SMC pada Simulink berupa diagram blok ditunjukkan oleh gambar sistem lup tertutup dengan umpan balik adalah sebagai berikut:



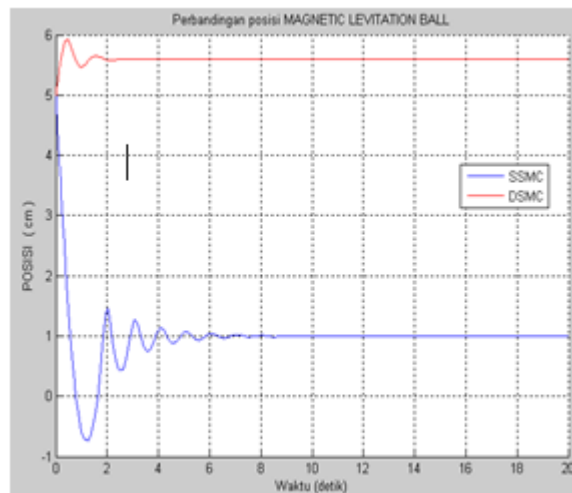
Gambar 5. Diagram Blok Dinamika *Magnetic Levitation Ball* dengan Pengendali *Dynamic SMC*

5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan tiga macam simulasi, yaitu tanpa gangguan, dengan gangguan eksternal, dan gangguan internal. Hal ini untuk menguji sifat robust sistem pengendali yang telah dirancang terhadap ketidakpastian system

a. Simulasi tanpa gangguan

Pada simulasi ini diberikan nilai awal posisi bola yaitu 5 cm dari permukaan bidang datar yang diasumsikan sebagai permukaan meja, Parameter yang digunakan adalah massa bola=11,87 gram, $R=28,7\ \Omega$, $L=0,65\ H$, Konstanta Gravitasi($g=9.81\ m/s^2$). Dari data tersebut diperoleh respon sistem sebagai berikut:



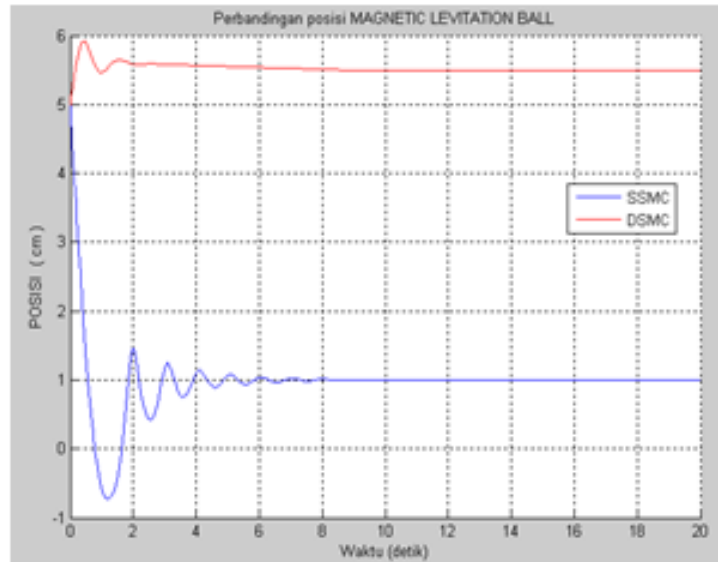
Gambar 6. Grafik Respon Posisi Magnetic Levitation Ball Tanpa Gangguan

Dengan posisi yang awal adalah 5 cm, terlihat bahwa posisi bola mulai stabil pada posisi sekitar 5,9 cm pada saat 3 detik dengan menggunakan pengendali *dynamic SMC*, sedangkan pengendali *static SMC* turun secara drastis dari posisi awal dengan berosilasi terlebih dahulu menuju ke posisi 1 cm diatas permukaan meja, baru kemudian pada detik ke-7 bola dapat stabil

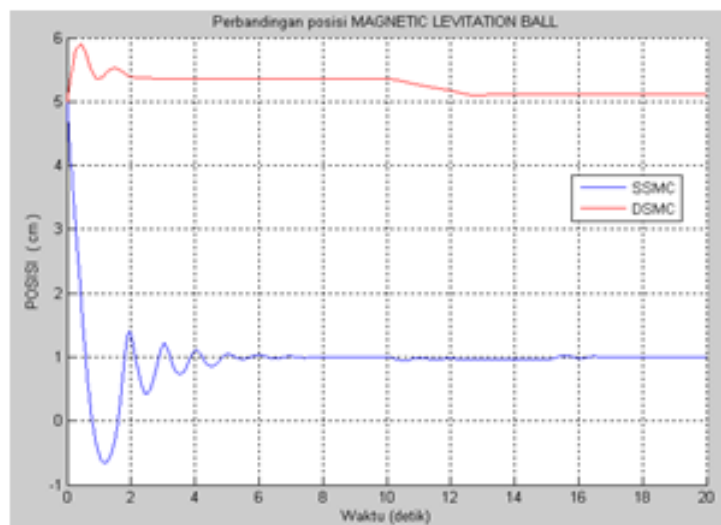
b. Simulasi dengan Gangguan Eksternal

Simulasi ini dilakukan dengan menambahkan suatu sinyal yang dianggap sebagai gangguan yang berasal dari luar sistem. Dalam simulasi ini akan digunakan sinyal impulse dan square serta fungsi sinus. Sinyal impulse bersifat sementara dan sinyal square bersifat kontinyu

pada selang tertentu, sementara fungsi sinus sebagai representasi gelombang arus listrik. Nilai awal yang digunakan adalah massa bola=11,87, $R= 28.7 \text{ ohm}$ $L= 0.65 \text{ H}$, konstanta gravitasi(g)= 9.81 m/s^2 . Dan posisi awal sebesar 5 cm. Dari data tersebut diperoleh respon sistem sebagai berikut:

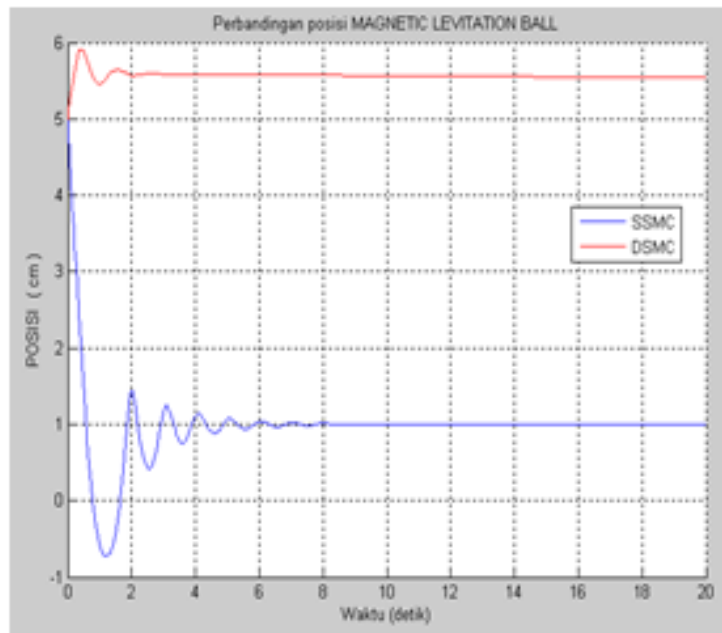


Gambar 7. Grafik Respon Posisi dengan Sinyal Impulse Kecil

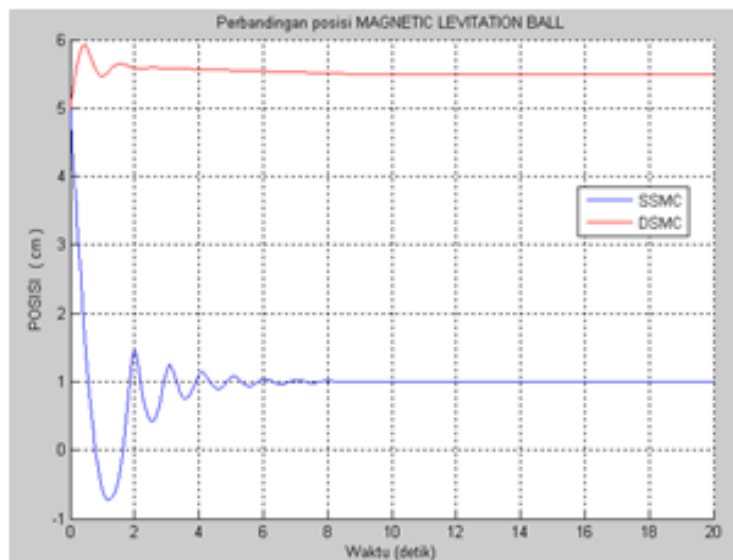


Gambar 8. Grafik Respon Posisi dengan Sinyal Impulse Besar

Gangguan eksternal berupa sinyal impulse kecil dengan Amplitudo 50 sekon tidak merubah posisi kestabilan bola dengan menggunakan dynamic dan static SMC (gambar 5.b). Sedangkan impulse besar dengan Amplitudo 100 sekon mulai berpengaruh pada posisi bola. Bola mulai tidak stabil turun pada posisi 5,2 cm dengan menggunakan pengendali dynamic SMC seperti pada Gambar 5.c begitu pula yang terjadi pada pengendali static SMC ada lonjakan. Hal ini berarti metode dynamic dan static SMC yang diterapkan pada sistem Magnetic Levitation Ball tidak dapat mengatasi adanya gangguan berupa sinyal impulse bernilai besar.

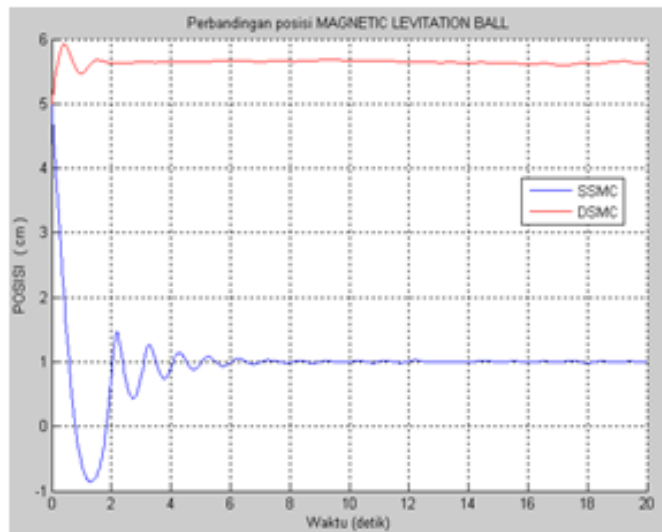


Gambar 9. Grafik Respon Posisi dengan Sinyal Square Kecil

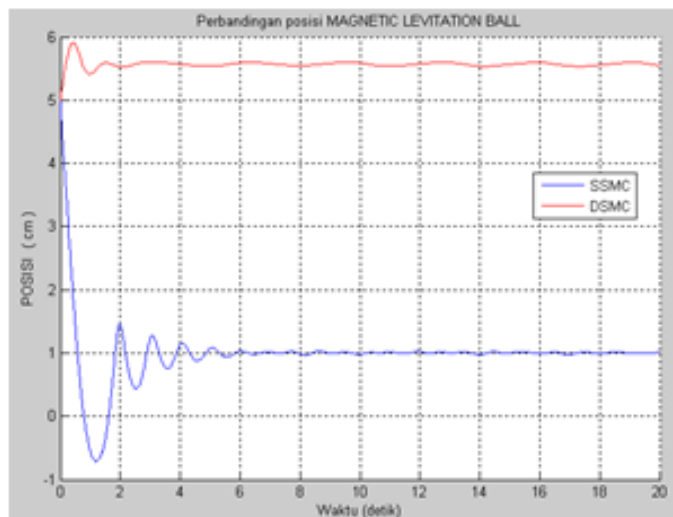


Gambar 10. Grafik Respon Posisi dengan Sinyal Square Besar

Gangguan eksternal berupa sinyal square kecil dan besar pada gambar 5.d dan 5.e tidak terlalu berpengaruh pada pencapaian posisi bola. Bola masih bisa mencapai posisi yang stabil sekitar 5,7 cm diatas permukaan meja dengan pengendali dynamic SMC. Sedangkan pengendali static SMC tetap pada posisi 1 cm diatas permukaan meja masih belum mampu untuk mengendalikan posisi bola yang dibuktikan oleh adanya osilasi. Hal ini berarti metode dynamic SMC yang diterapkan pada sistem Magnetic Levitation Ball dapat mengatasi adanya gangguan berupa sinyal square bernilai kecil dan besar.



Gambar 11. Grafik Respon Posisi dengan Fungsi Sinus Kecil

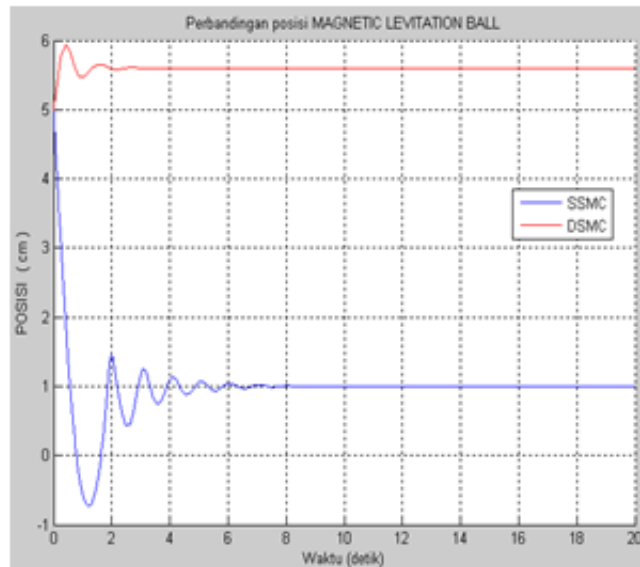


Gambar 12. Grafik Respon Posisi dengan Fungsi Sinus Besar

Pada gambar 5.f dan 5.g posisi bola menempati posisi stabil pada ketinggian sekitar 5,7 cm. Dan bentuk kestabilan bola direpresentasikan menyerupai bentuk gelombang sinus. Hal ini berarti metode dynamic SMC yang diterapkan pada sistem Magnetic Levitation Ball dapat mengatasi adanya gangguan berupa fungsi sinus baik bernilai besar maupun bernilai kecil. Sedangkan metode static SMC masih belum bisa mengatasi adanya gangguan fungsi sinus ini dengan masih muncul osilasi.

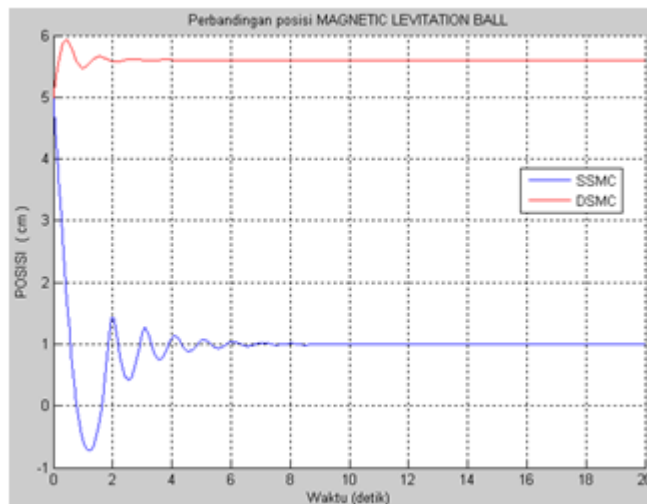
c. Simulasi dengan gangguan internal

Simulasi ini dilakukan dengan mengubah nilai parameter pada sistem Magnetic Levitation Ball untuk menguji sensitifitas sistem terhadap ketidakpastian dari dalam sistem. Parameter yang diberikan adalah $m=6.5\text{ gram}$, $R=7,54\text{ Ohm}$, $L=0,226\text{ H}$ dari nilai parameter awal ($m=11,87$). Pengujian sistem pengendali terhadap gangguan internal ini dilakukan dengan memperbesar atau memperkecil parameter sesuai batasan yang diberikan.



Gambar 13. Grafik Respon Posisi dengan Parameter Diperkecil

Perubahan nilai parameter yang diperkecil, dapat mempengaruhi posisi bola yaitu berada pada ketinggian sekitar 5,7 cm turun 0,2 cm dari 5,9 cm (posisi dengan parameter awal) pada detik ke-3 dengan menggunakan dynamic SMC. Sedangkan static SMC tetap berosilasi di posisi 1 cm



Gambar 14. Grafik Respon Posisi dengan Parameter Diperbesar

Simulasi ini dilakukan dengan memperbesar nilai parameter dari nilai semula yaitu $m=35$ gram, $R=17$ Ohm, $L=0,87$ H. Perubahan nilai parameter yang diperbesar, posisi bola yaitu berada pada ketinggian yaitu 5,7 cm pada detik ke-4 dan tetap stabil, hal ini dapat dicapai dengan menggunakan pengendali dynamic SMC sedangkan pengendali static SMC belum dapat menunjukkan posisi kestabilan bola tetapi masih dijumpai adanya osilasi yang tinggi.

Kedua hal tersebut di atas dapat menunjukkan bahwa metode dynamic SMC yang diterapkan pada sistem Magnetic Levitation Ball dapat mengatasi gangguan internal berupa perubahan parameter yakni terlihat dari tidak adanya osilasi berlebihan yang biasanya terjadi pada sistem dengan pengendali konvensional dibanding pengendali static SMC yang tetap berosilasi.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini diberikan kesimpulan dari analisis dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap sistem pengendali static dan dynamic SMC yang digunakan pada Magnetic Levitation Ball. Selain itu, diberikan pula saran yang dapat dilakukan sebagai kelanjutan dari Tugas Akhir ini:

Kesimpulan

Dari analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada sistem pengendali posisi Magnetic Levitation Ball dengan metode dynamic dan static SMC diperoleh kesimpulan bahwa:

- a. Rancangan sistem pengendali dynamic SMC pada Magnetic Levitation Ball telah dapat diterapkan pada proses pengendalian bola saat berhenti pada posisi melayang dibandingkan dengan metode static SMC
- b. Untuk menyelesaikan dan merancang dynamic dan static SMC harus memenuhi kondisi sliding $\dot{S} \leq -\eta|S|$.
- c. Performansi sistem pengendali Magnetic Levitation Ball dengan SMC menghasilkan:
 - Secara umum pengendali dynamic SMC robust terhadap gangguan eksternal baik bersifat kecil maupun besar dibanding static SMC.
 - Pengendali dynamic SMC juga robust terhadap gangguan internal baik dalam pengurangan maupun penambahan parameter dibanding static SMC yang masih ada osilasi.
 - Tidak memiliki osilasi yang berlebihan serta memiliki waktu respon yang cepat sehingga dapat memaksimalkan kinerja dari sistem Magnetic Levitation Ball.

Selain itu dynamic SMC memiliki kekurangan yaitu:

- a. Diperlukan ketelitian dalam merancang.
- b. Tidak dapat menstabilkan posisi bola pada respon dengan gangguan berupa sinyal Impulse besar.
- c. Untuk sistem dinamis Magnetic Levitation Ball, masih memerlukan penyesuaian parameter dalam pelaksanaan pada kondisi sesungguhnya

Saran

Adapun saran dari penelitian ini untuk penelitian selanjutnya adalah diharapkan pada penelitian berikutnya agar diperoleh performansi yang lebih baik, dan dapat menggunakan metode lain seperti Fuzzy Logic Control (FLC) maupun kombinasi antara metode FLC dan SMC yang dikenal dengan Fuzzy Sliding Mode Control (FSMC).

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N.F. Al-Muthairi dan M. Zribi. Sliding Mode Control Of A Magnetic Levitation System. *Journal of Mathematical Problem in Engineering*. 2004; 2004(2): 93-107.
- [2] W. Barie dan J Chiasson. Linear and Nonlinear State-Space Controllers for Magnetic Levitation. *International Journal of System Science*. 2001; 27(11): 1153-1163.
- [3] Dolga Valer dan Lia. Modelling and Simulation Of A Magnetic Levitation System. *Fascicle of Management and Technological Engineering*. 2007; VI (XVI).
- [4] T. Herlambang. 2017. Estimasi Posisi Magnetic Levitation Ball Menggunakan Metode Akar Kuadrat Ensemble Kalman Filter (AK-EnKF). *Rekayasa, Energi, Manufaktur Jurnal*. 2017; 2 (1). ISSN: 2528-3723

- [5] T. Herlambang. 2017. Desain Sistem Kendali Gerak Surge, Sway dan Yaw pada Autonomous Underwater Vehicle dengan Metode Sliding Mode Control (SMC). *Journal Of Mathematics and Its Applications (LIMITS)*. 2017; 14(1): 53-60.
- [6] T. Herlambang and H. Nurhadi. Design of a Sliding PID Controller for The Surge and Roll Motion Control of UNUSAITs AUV. *International Journal of Computing Science and Applied Mathematics*. 2017; 3(2). E-ISSN:2477-5401.
- [7] K. Ogata. Teknik Kontrol Otomatik: Sistem Pengaturan Jilid II. Jakarta: Penerbit Erlangga. 1985.
- [8] K. Ogata. Teknik Kontrol Automatik Jilid 1 edisi kedua. Jakarta: Penerbit Erlangga. 1996.
- [9] S. Pakpahan. Kontrol Otomatik: Teori dan Penerapan. Jakarta: Penerbit Erlangga. 1987.
- [10] W. Perruquetti dan J.P. Barbot. Sliding Mode Control in Engineering. New York: Marcel Dekker, Inc. 2002.
- [11] R. Rizan. Analisis dan Perancangan Sistem pengendali Pada Inverted Pendulum Menggunakan Metode Fuzzy Sliding Mode Control. Tugas Akhir. Surabaya: Jurusan Matematika, ITS. 2008.

Perencanaan Awal Tata Letak Galangan Kapal Di Daerah Kawasan Lahan Terbuka

Meitha Soetardjo, Ede Mehta Wardhana, Ahmad Bisri

BTH-BPP teknologi, Jl. Hidrodinamika Sukolilo ITS Surabaya

FT. Sistem Perkapalan ITS, Keputih Sukolilo Surabaya

BTH-BPPteknologi, Jl. Hidrodinamika Sukolilo ITS Surabaya

E-mail: meithasoetardjo@gmail.com

Abstrak

Selama beberapa dekade, negara-negara Asia seperti Korea, Jepang dan China telah memimpin industri pembuatan kapal sejak kemunduran di Eropa dan Amerika. Namun, beberapa negara berkembang seperti Indonesia, India, Brazil, dan lain-lain akan masuk juga ke industri perkapalan. Negara-negara berkembang ini menemukan mitra teknis atau penyedia informasi karena mereka berada dalam situasi pengalaman dan teknologi kecil. Kini, perusahaan pengembang galangan kapal dari negara-negara maju pembuatan kapal mendapatkan kesempatan untuk melakukan bisnis rekayasa melawan negara-negara berkembang tersebut seperti rencana pemodelan klaster industri perkapalan di Surabaya dan sekitarnya. Titik awal dari model bisnis ini adalah untuk pembangunan galangan kapal baru. Model bisnis ini diawali dengan desain layout galangan kapal. Untuk pelaksanaan desain tata letak galangan kapal, dibutuhkan empat jenis komponen rekayasa. Komponen tersebut adalah teknik sipil, teknik bangunan, rekayasa utilitas dan teknik tata letak produksi. Di antara bagian-bagian ini, teknik tata letak produksi paling penting karena hasilnya adalah pondasi dari bagian teknik lainnya dan ini menentukan kapasitas galangan kapal selama siklus operasi kapal. Untuk desain tata letak galangan kapal berada di luar jangkauan persyaratan bisnis karena sebagian besar kasus penelitian hanya ada sedikit pertimbangan tentang perkapalan yang nyata. Dalam tulisan ini, desain tata letak galangan kapal untuk tahap awal dilakukan untuk target galangan kapal yang baru direncanakan dengan metode terpadu yang mampu menangani data master aktual dari galangan kapal. Pada penelitian ini, metode perancangan tata letak ini dibedakan dari penelitian terdahulu karena data produk aktual dari kapal dan data operasi pembuatan kapal aktual digunakan untuk estimasi area.

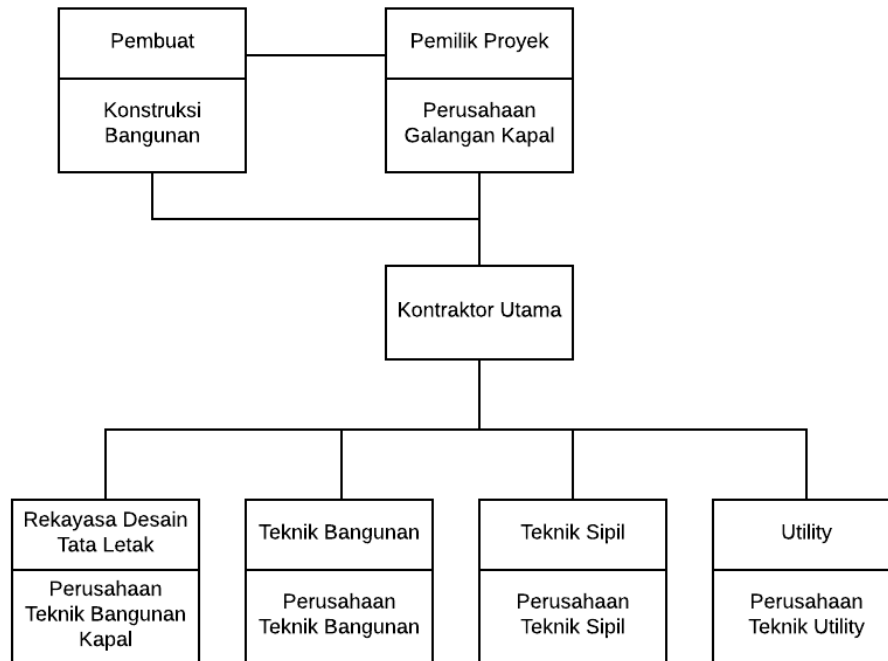
Kata Kunci: Galangan kapal, Tata letak, Desain awal.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini kita telah mengetahui tentang adanya perkembangan jaman dan perkembangan teknologi. Galangan kapal adalah sebuah tempat yang dirancang untuk memperbaiki dan membuat kapal. Populasi galangan untuk kegiatan reparasi dengan kapasitas kecil ini mencapai 121 unit perusahaan atau 56,43% dari total galangan kapal untuk kegiatan reparasi yang mencapai 214 unit perusahaan (Direktori Iperindo, 2016).

Bisnis pembuatan kapal dimulai dengan konstruksi galangan kapal dengan investasi skala besar pada awalnya. Titik awal konstruksi kapal adalah merancang tata letak galangan kapal. Untuk tujuan ini, dibutuhkan empat jenis komponen rekayasa. Itu adalah rekayasa tata letak sipil, bangunan, utilitas dan produksi.

Pada Gambar 1 menjelaskan mengenai organisasi proyek awal galangan baru yang biasanya terpapar pada organisasi bisnis galangan kapal. Di antaranya, teknik tata letak produksi sangat penting karena hasilnya akan menjadi pondasi bagian teknik lainnya dan menentukan kapasitas galangan kapal dalam siklus kapal di galangan kapal.



Gambar 34. Organisasi Proyek Awal Galangan Kapal Baru

Kapasitas produksi galangan kapal, dalam banyak kasus, ditentukan oleh sumber daya yang diamankan, area galangan, dan terutama kedekatan tingkat masing-masing pabrik dan tahapan kerja. Masalahnya adalah bahwa sebagian besar sumber daya dan pabrik sulit diubah dari status yang semula terpasang dan dibangun meskipun kebutuhan akan peningkatan kapasitas produksi telah terjadi. Oleh karena itu, desain tata letak awal galangan kapal harus dilakukan dengan masukan yang masuk akal dan metodologi yang logis.

Fase desain dari desain tata letak galangan ditunjukkan pada Tabel 1. Seperti ditunjukkan di sini, tahap perancangan tata letak galangan kapal dibagi sebagai desain pendahuluan, desain dasar dan desain detail. Pembagian ini serupa dengan proses perancangan kapal. Fase target dari tulisan ini adalah desain pendahuluan, yang menentukan tata letak dalam ruangan, latihan pra-ereksi / pendirian bangunan awal (PE), Dengan mempertimbangkan kapasitas dock kering dan siklus pembuatan konstruksi kapal.

Ruang lingkup fase ini ditunjukkan dengan proses pembuatan kapal pada Tabel 2. Dalam tulisan ini, metodologi perancangan tata letak galangan kapal terpadu dikembangkan berdasarkan data produk aktual kapal yang direncanakan dan data operasi perkapalan yang sebenarnya untuk tahap perancangan galangan kapal awal.

Penelitian dari tulisan ini dibedakan dari penelitian sebelumnya bahwa data produk aktual dari kapal target dan data operasi perkapalan aktual digunakan untuk estimasi wilayah yang dibutuhkan. Selain itu, hasil melalui metode pengusutan memiliki nilai komersial yang bisa langsung dijadikan bahan penjualan.

Tabel 4. Tahapan Desain Tata Letak Galangan

		Di Dalam					Di Luar		
Proses Pembuatan Kapal									
Kapasitas Area		Area Dalam				Area Dalam			Dry Dock
		Persediaan (Plat & Bagian)	Perseiam (Plat & Bagian)	Zona Perakitan (sal)		Zona Pakai	Zona Pengecatan	PE Zone	
				Perakitan					
Fasilitas	Main	Mesin Potong	Mesin Press	Fasilitas pengelasan (dianggap sebagai sumber daya penting hanya ketika jenis garis)		Tidak ada yang istimewa (kapasitas, terutama tergantung pada area)			
	Sub	Krane atas (Kapasitas beban tergantung pada berat blok)			Krane Jib, Krane tower		Krane Jib, Krane Golliath		
	MHS	Transporter, folk-lift							

Tabel 2. Proses Pembuatan Kapal dan Kapasitas serta Sumber Daya Terkait.

TAHAPAN		OBJEK
Tahap1	Desain Awal	- Desain tata letak kasar (tata letak konsep) dari toko & tempat kerja utama (Toko dalam ruangan, Toko pengecatan, Toko perlengkapan, tempat kerja PE, dll.) Mempertimbangkan kapasitas dermaga kering (input) dan siklus konstruksi kapal (misalnya 1 kapal / 2 minggu)
Tahap2	Desain Dasar	- Simulasikan tata letak konsep mengingat data blok kapal dan transportasi, untuk menentukan kapasitas masing-masing toko dan interoperabilitas - Buat tata letak yang dimodifikasi dari tata letak konsep, yang dapat memenuhi persyaratan (volume produksi, lead time per kapal, dll) dari pemilik galangan kapal
Tahap3	Desain Detail	- Rancang setiap toko dan tempat kerja secara detail - Aliran produksi - Merancang sejumlah jalur perakitan blok dan konfigurasi setiap baris - Workstage - Tentukan lokasi dan pengaturan dari setiap ruang kerja - Rancang nomor & ukuran setiap ruang kerja

Penelitian yang terkait dengan tata letak fasilitas dan tata letak pabrik telah berkembang karena permintaan untuk memaksimalkan efisiensi produksi berskala besar.

Chabane (2004) mencoba merancang layout fasilitas galangan kapal kecil yang dioptimalkan untuk produksi dan perbaikan.

Penekanannya adalah pada penerapan metodologi perancangan tata letak berdasarkan prosedur yang digariskan oleh Muther (1973), yang mengungkapkan metode perencanaan tata letak yang sangat efisien yang disesuaikan untuk tahap awal proyek.

Keterbatasan utama ini berada pada asumsi yang mendasar yang pada dasarnya berkaitan dengan target produktivitas dan arus elemen yang dibutuhkan untuk mencapai analisis yang beragam.

Ada kerangka kerja untuk tata letak galangan kapal yang sistematis dengan meningkatnya bisnis baru konstruksi galangan kapal sejak awal tahun 2000an. Dulu, metode tradisional adalah melakukan benchmark dari tata letak galangan kapal yang ada. Namun, metode try-out atau trial and error akhirnya aus.

Song et al. (2009, 2010) telah mengembangkan kerangka kerja tata letak galangan kapal dan menerapkan metode simulasi untuk pengembangan kerangka pengajuan dalam upaya untuk menyelesaikan metode yang ada (atau tradisional). Penelitian ini mengusulkan kerangka kerja untuk desain tata letak galangan kapal, yang mengatasi metodologi perancangan tata letak

tradisional, dan juga kerangka ini diwujudkan sebagai sistem perancangan aktual dengan antar pengguna

Kerangka pengusulan merupakan fondasi untuk desain lay out awal dengan kondisi awal seperti data lapangan, target kapal, dan target keseluruhan. Juga, tata letak dan kapasitas produksi pabrik perakitan atau blok dilakukan berdasarkan kerangka kerja yang diusulkan (Song et al., 2009).

Lingkup umum desain tata letak awal adalah untuk memperkirakan ukuran bengkel kerja dan workstation utama termasuk optimalisasi lokasi dengan pertimbangan arus, hubungan dan biaya. Selain itu, perencanaan bengkel tempat yang rinci dapat dilakukan, di mana perencanaan ruang kerja yang terperinci berarti alokasi area unit di dalam batas yang diberikan dari masing-masing bengkel tempat / area kerja. Perencanaan ruang kerja rinci dilakukan dengan mempertimbangkan ukuran plat besi rata-rata untuk stockyard dan luas blok rata-rata untuk perakitan dan area kerja di luar ruangan.

Pekerjaan ini dilakukan dengan fokus utama sebagai berikut.

- Rata-rata luas pemasangan blok kapal dipertimbangkan targetnya.
- Pabrik / Wilayah tempat kerja merupakan sumber daya yang paling dominan di galangan kapal.
- Pertimbangkan arus produksi yang dominan tidak termasuk kantor, bengkel tukang kayu, bengkel galvanis, penyimpanan oksigen / gas, dll.

Desain tata letak awal memerlukan data masukan dasar seperti geometri tanah yang diberikan, geometri volume produksi blok kapal dan kapasitas produksi perencanaan galangan kapal. Geometri tanah yang diberikan digunakan sebagai kondisi batas saat masing-masing tempat / area berada bersamaan dengan proses perancangan tata letak. Geometri blok kapal diperlukan untuk perhitungan wilayah, di mana area ortogonal masing-masing blok dijumlah dan dirata-ratakan area bloknnya yang berasal dari geometri blok. Area yang dibutuhkan dan tempat kerja sebanding dengan volume produksi dan kapasitas perencanaan produksi galangan kapal juga digunakan untuk perhitungan area bersama dengan area blok dan volume produksinya. Di sisi lain, daerah yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan kapasitas produksi, dimana kapasitas produksi memiliki unit jam atau hari. Output dari desain tata letak awal galangan kapal adalah ukuran maksimum yang dibutuhkan setiap tempat kerja dan lokasi optimalnya. Juga, sel kerja unit (unit pelat, dan unit blok untuk area konstruksi blok lainnya) dialokasikan di dalam setiap bengkel di area/ tempat bekerja.

2. METODOLOGI

Secara umum galangan kapal dapat diartikan sebagai tempat yang dirancang untuk mengerjakan bangunan bangunan kapal baru dan perbaikan kapal (Storch et al, 1995). Galangan kapal biasanya dibangun di lahan yang luas karena objek pengerjaan yang begitu besar di sertai fasilitas pendukung guna menunjang aktifitas yang terkait dengan pembangunan ataupun perbaikan kapal.

Dalam bab ini, kita akan membahas prosedur utama dan metodologi yang harus dilakukan dalam desain tata letak awal.

Metodologi tersebut adalah sebagai berikut,

1. Membuat desain tata letak berbasis area produksi, dan optimalisasi untuk lokasi galangan serta pengaturan untuk tata letak bengkel2 pendukung galangan.
2. Perhitungan area produksi, sebagian besar perusahaan galangan kapal mengalami kesulitan dalam perencanaan wilayah karena perkiraan luas rencana tidak dapat disesuaikan untuk

proses pembuatan kapal yang sebenarnya. Masalah produksi lainnya seperti beban malam, metode produksi, dll dapat ditingkatkan secara lokal dengan kondisi kerja yang diberikan

Namun, rencana wilayah yang kurang diperkirakan tidak bisa dipecahkan. Dan, kapasitas produksi yang tidak mencukupi karena kekurangan kawasan harus ditutupi oleh outsourcing konstruksi blok ke perusahaan lain atau subkontraktor. Jadi, perhitungan wilayah yang masuk akal dengan data masukan terukur dan metode sistematis adalah titik paling kritis dari desain tata letak pendahuluan.

Jadi, prosedur pertama adalah untuk memperkirakan area produksi berdasarkan informasi produksi jumlah kapal dan volume produksi yang direncanakan. Prinsip dasar dari prosedur ini adalah menghitung luas total kebutuhan setiap proses produksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada dasarnya, perhitungan area untuk blok didasarkan pada hukum Little. Hukum kecil mengatakan bahwa jumlah rata-rata pelanggan jangka panjang dalam sistem yang stabil L sama dengan tingkat kedatangan rata-rata efektif jangka panjang, λ , dikalikan dengan waktu rata-rata yang dihabiskan pelanggan dalam sistem, W . Hal ini dinyatakan secara aljabar seperti yang ditunjukkan pada Pers. (1). teori ini bisa diaplikasikan pada perhitungan area pembuatan kapal di atas area/lokasinya. Hukum kecil adalah hubungan antara waktu (W) dan angka (L). Waktu sesuai dengan periode penghentian blok pada tahap kerja dan jumlahnya sesuai dengan kapasitas penahanan yang dibutuhkan di area / lokasi.

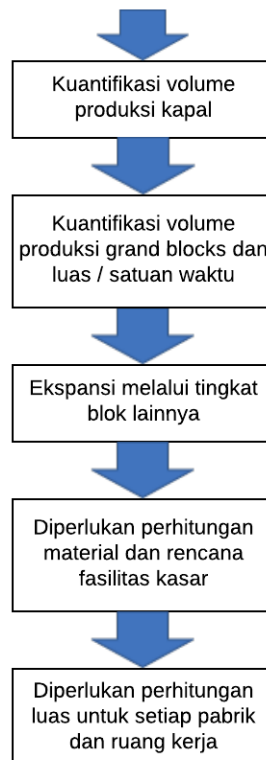
Tingkat kedatangan material adalah kapasitas produksi yang dibutuhkan per satuan waktu.

Semua perhitungan area untuk blok adalah mengikuti Pers. (1).

$$L = \lambda W \quad (1)$$

Eq. (1) Little's law for each factory and workstage

Pada gambar berikut ini menunjukkan proses detail untuk memperkirakan perhitungan area yang dibutuhkan.



Gambar 35. Proses Detail dalam Memperkirakan Perhitungan Area yang dibutuhkan.

Langkah selanjutnya dari desain tata letak galangan kapal setelah memperkirakan area tahap kerja adalah dengan mencari setiap optimalisasi, di mana pabrik atau bengkel kerja pendukung ditangani sebagai makna unit produksi. Ada kemungkinan hubungan timbal balik antar masing-masing unit produksi meski tidak ada rincian informasi mengenai fasilitas atau rencana kerja. Gambar 4 menunjukkan proses detail untuk mengoptimalkan lokasi unit produksi. Proses ini diulang sampai hasil yang masuk akal dan dapat diterima diperoleh dengan berbagai pengaturan matriks, algoritma optimasi, dll. Optimalisasi tata letak memerlukan minimalisasi fungsi objektif yang biasanya disebut fungsi biaya. Fungsi biaya dibentuk sebagai perkalian matriks alir dan matriks biaya satuan. Matriks aliran memberikan aliran material, peralatan atau personel antara semua pasang modul Elemen matriks alir, dilambangkan dengan f_{ij} , adalah aliran antara dua modul i dan j . Hal ini dinyatakan dalam jumlah beban unit yang dipindahkan per satuan waktu antara kedua modul.

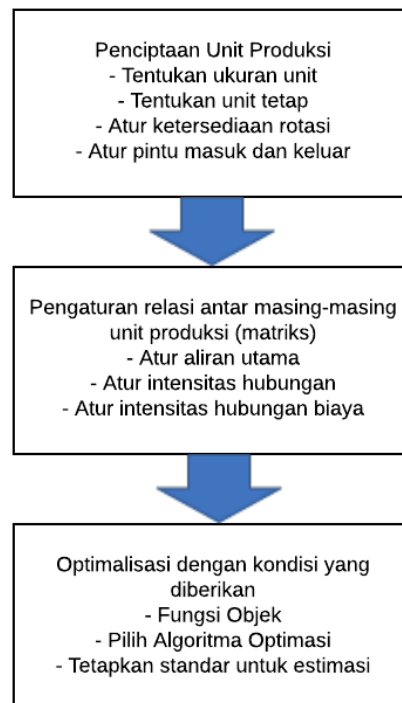
Sebuah beban unit didefinisikan sebagai unit yang akan dipindahkan atau ditangani pada satu waktu. Dan, matriks yang mewakili biaya pengangkutan muatan unit per satuan jarak antara semua pasang modul disebut matriks biaya satuan.

Elemen matriks ini, yang dilambangkan dengan u_{ij} , didefinisikan sebagai biaya pengangkutan muatan unit material per satuan jarak dari modul i ke modul j .

Akhirnya, elemen matriks ini, dilambangkan dengan α_{ij} , mewakili total biaya aliran per satuan jarak antara dua modul i dan j . Dengan kata lain

$$\alpha_{ij} = f_{ij} \times u_{ij} \quad (2)$$

Jadi, fungsi biaya menjadi seperti Pers. (2) Definisi fungsi biaya. Dimana α_{ij} adalah jarak antara dua titik, dengan menggunakan norma ini yaitu jarak terpendek yang dibuat oleh a . Garis lurus ditarik di antara dua titik berdasarkan Pers. (2) Definisi fungsi biaya.



Gambar 3. Proses untuk lokasi optimasi

Tujuan dari langkah ini adalah merancang area kerja yang detail dan peralatan utama seperti mesin pemotong, mengangkat derek di dalam unit produksi yang dirancang. Pada tahap ini,

kapasitas produksi yang direncanakan dipertimbangkan untuk perhitungan ukuran dan jumlah luas unit kerja. Dimana parameter pertama untuk perhitungan adalah geometri lahan.

Geometri lahan merupakan data masukan yang paling mendasar untuk desain tata letak galangan kapal. Kondisi ini menentukan ukuran dan bentuk dimana masing-masing modul produksi berada. Juga, jumlah dok kering dan. Dalam tulisan ini, dua dok kering dianggap tanpa selip lahir

Lokasi dok kering ditentukan melalui desain tata letak. Geometri dari situs target ditunjukkan pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4. Geometri dari Situs Target

Organisasi dalam suatu galangan umumnya terbagi dalam beberapa departemen meliputi administrasi, produksi, teknis, pengadaan material, quality assurance, dan manajemen proyek (Storch, 1995).

Organisasi memiliki sebuah struktur, di mana struktur organisasi tersebut mengindikasikan tentang beberapa hal antara lain:

- Bagaimana sebuah organisasi berfungsi dan dikelola.
- Bagaimana sebuah informasi berjalan/mengalir dan diproses dalam sebuah organisasi.
- Seberapa fleksibel dan responsif organisasi tersebut.

Struktur organisasi menggambarkan fungsi, tugas dan kewenangan departemen, divisi, karyawan individu serta hubungan antara mereka. Hubungan yang dimaksud adalah baris perintah, komunikasi serta prosedur yang berlaku dalam organisasi tersebut. Dalam struktur juga menjelaskan jumlah karyawan di setiap divisi, unit dan departemen (Rijn, 2004).

Area perhitungan stock yard untuk plat dan profil

Luas areal pekarangan dihitung dengan mempertimbangkan volume plat dan profil yang diperlukan, dimana tekanan dasar bahwa area stok dapat bertahan harus dipertimbangkan. Dalam tulisan ini, batas tekanan tanah diasumsikan 3,5 ton / m². Dimana prosedurnya menunjukkan jumlah pelat penumpuk dikontrol untuk memenuhi tekanan dasar yang ada.

Proses dan hasil stock yard untuk pelat dan profil sebagai berikut: Rasio pelat dan profil, Periode penyangga pelat, Tonase pelat, Pile-up jumlah pelat, Tekanan dasar, Jumlah tumpukan, Area bersih dari halaman persediaan pelat, Area kompensasi pelat halaman stok, Area kompensasi halaman persediaan profil, Total luas halaman yang tersedia

Waktu pemotongan per pelat sekitar 1 jam. Satu mesin pemotong mampu memotong 2 pelat sekaligus. Jumlah mesin pemotong yang dibutuhkan dihitung dengan kapasitas mesin dan volume produksi baja.

Juga, lead time pretreatment per pelat sekitar 1/8 jam. Satu mesin pretreatment mampu bekerja untuk 6 pelat selama 1 jam. Mesin pretreatment dihitung dengan kapasitas mesin dan volume produksi baja.

Blok tempat kerja adalah tempat setiap jenis blok diproduksi (perakitan) atau diperlakukan (pengeblatan gambar, perlengkapan, dll.). Pertama, interval penawaran (waktu) blok PE ke tempat pemasangan harus dihitung mengingat jumlah blok PE dari setiap rencana kapal dan dermaga yang direncanakan.

Rumus perhitungan ditunjukkan pada Pers. (3). Dalam studi kasus ini, interval penawaran (waktu) blok PE ke tempat pendirian bangunan adalah 0,25. Ini berarti bahwa satu blok PE harus dipasok ke dok kering setiap 0,25 minggu. Berikut adalah persamaan yang menyatakan perhitungan no. blok pre Erection (PE).

$$\text{Supply interval (week) of PE block to the erection place} = \frac{(\text{Number of Erection Place} \times \text{Working} \frac{\text{Weeks}}{\text{Year}})}{\sum (\text{Number of Vessel} \times \text{Number of PE Block})} \quad (3)$$

Tabel 3. Deskripsi Tahapan Kerja untuk Pengoptimalan

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Pelabuhan	Persediaan	Perawatan	Pemotongan	Fabrikasasi	Unit B	Sub Unit	Grand Block	Pelapisan	Pengecatan (Indoor)	Pengecatan (Outdoor)	PE	Galangan 1	Waktu Tunggu 1-1	Waktu Tunggu 1-2	Galangan 2	Waktu Tunggu 2-1	Waktu Tunggu 2-2	Dermaga

Erection merupakan pekerjaan pembangunan badan kapal yang terakhir. Pada pekerjaan ini blok-blok yang telah selesai dikerjakan oleh bagian assembly digabung (disambung/joint) menjadi satu sehingga terbentuklah badan kapal keseluruhan. Dalam penggabungan block satu dengan block lainnya diperlukan pekerjaan awal yaitu pemasangan kupingan, papan pranca, penandaan dll.

Secara garis besar pekerjaan pada bagian erection dapat digolongkan sebagai berikut:

- Preparation, meliputi pekerjaan pemasangan kupingan, guide plate, marking dan pemasangan papan-papan pranca.
- Adjusting, meliputi pekerjaan leveling, atau penyamaan, cutting of allowance.

- Fitting atau penyetelan dimana pada pekerjaan ini dibutuhkan peralatan seperti gerinda, gajung dll. serta dilaksanakan pekerjaan heating untuk menghilangkan deformasi atau tegangan sisa setelah terjadi pengelasan.
- Welding atau proses pengelasan.
- Pengecekan/pemeriksaan pada erection: Structure check, welding, tekanan air dan udara untuk pengecekan tanki, ukuran kapal serta painting check.

Dasar Pemilihan Galangan Kapal

Ada beberapa analisa teknis yang harus dilakukan untuk pemilihan lokasi yang cocok untuk dibangun galangan kapal. Beberapa kriteria tersebut antara lain (Wignjosoebroto, 1991):

- a. Ketersediaan lahan yang cukup
- b. Keadaan alam dan lingkungan
- c. Fasilitas umum di sekitar lokasi
- d. Keamanan lokasi secara teknis dan lingkungan
- e. Akses logistik ke lokasi
- f. Kedekatan dengan industri penunjang
- g. Sumber daya manusia

Berikut gambaran sumber daya dari sebagian galangan kapal yang berada di Gresik dan sekitarnya,

a. Sumber Daya Manusia

Dalam pembinaan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berjumlah ratusan personil karyawan tetap maupun tidak tetap, perusahaan menyadari bahwa kekuatan utama sebuah perusahaan terletak pada kekuatan sumber daya manusia. Manajemen perusahaan telah membangun sumber daya manusia secara terus menerus sesuai dengan perkembangan dan kemajuan teknologi untuk membentuk SDM yang handal, profesional, berpengalaman, produktivitas tinggi dan menjunjung tinggi nilai-nilai perusahaan dengan tujuan menegakkan komitmen terhadap kualitas produksi, produktivitas tinggi dan menyerahkan pekerjaan tepat waktu, mengutamakan keselamatan dengan zero accident serta ramah lingkungan.

Untuk membangun sumber daya manusia yang handal, perusahaan telah melaksanakan berbagai program yakni pelatihan-pelatihan dalam rangka meningkatkan kompetensi pekerja, melakukan sosialisasi kebijakan perusahaan termasuk yang menyangkut kebijakan mutu dan menerapkan nilai-nilai perusahaan. Serta menyertakan karyawan dalam berbagai kegiatan seminar, diskusi-diskusi, workshop, memberikan apresiasi atau reward terhadap karyawan yang berprestasi dan berdedikasi tinggi kepada perusahaan bahkan menyediakan media komunikasi antar karyawan. Kesemuanya itu dilakukan dalam rangka memberikan pelayanan prima terhadap pelanggan.

Dalam hal menjaga kualitas dan keselamatan perusahaan sebaiknya telah memiliki standar dari ISO, OHSAS dan SMK3. Selain itu perusahaan berkomitmen untuk mengadopsi perubahan yang dibutuhkan untuk melayani kebutuhan dan perkembangan pasar, seperti meningkatkan & memperluas fasilitas, mengadopsi teknologi baru, dan menggunakan IT bukan hanya untuk tujuan efisiensi produksi tetapi juga untuk berkomunikasi yang lebih baik. Untuk menuju perusahaan yang mempunyai keunggulan dan daya saing yang mempunyai sistem penilaian melalui kompetisi sehingga akan terjadi remunerasi yang adil, kompetitif dan memberikan penghargaan kepada karyawan yang berprestasi. Kondisi yang demikian hanya bisa dibangun dengan mengembangkan sistem remunerasi yang berbasis Job Evaluation dan Performance and Management based on competence.

b. Fasilitas pendukung galangan lainnya Fasilitas dan Peralatan

Galangan dalam operasional, didukung dengan berbagai fasilitas utama sehingga dapat memberikan jasa layanan kepada pelanggan dengan baik dan optimal, baik dalam rangka pembangunan kapal baru (new building), konversi, reparasi maupun jasa lainnya yang dibutuhkan pelanggan. Fasilitas-fasilitas tersebut terdiri dari jetty, bengkel- bengkel, pergudangan, perkantoran dan peralatannya, listrik, sejumlah crane, slipway, pergedungan,

workshop pabrikan dan permesinan, kendaraan dinas, kendaraan khusus, peralatan keselamatan kerja, alat ukur dan testing hingga teknologi peluncuran kapal.

Luas galangan kapal adalah $\pm 32.000 \text{ m}^2$ dengan kapasitas pembangunan kapal besi yaitu 1 Building Berth 100 x 30 m dan kapal aluminium yaitu 1 unit workshop dengan ukuran 66 m x 32 m.

Building Capacity:

- Steel Vessel
- 1 unit 100 m x 30 m Building berth
- 60 m x 30 m Assembly area
- Aluminium Vessel
- 1 unit 66 m x 32 m Workshop
- 1 unit 60 m x 14 m Building berth

Workshop:

- Machinery workshop
- Engine workshop
- Interior workshop
- Electricity workshop

Supporting Facilities:

- Overhead Crane: 2 x 5T, 2 x 2T, Gantry Crane 5T
- Excavator
- Bulldozer
- Mobile Crane 5T & 90T
- 3 unit Truck
- 2 unit Forklift: 10T, 3T
- Generator/Auxillary Engine, Emergency Generator. Genset: 1 x 130 kVA, 1 x 40 kVA, 1 x 20 kVA
- Welding Machine: 5 unit MIG, 7 unit SMAW, 2 unit GTAW, 12 unit FCAW, 5 unit ESAB FCAW, 5 unit ESAB GMAW
- Lathe Machine, Bending Machine
- 2 unit CNC Automatic Cutting
- Drilling, Milling, Boring, & Grinding Multipurpose Machine.
- Slipway + Launching Balloon + Winch



Gambar 5. Galangan di daerah Gresik

4. KESIMPULAN

Galangan didesain untuk memperoleh efisiensi yang maksimal, alur pekerjaan yang menjamin kualitas produksi yang tinggi. Siklus pergerakan material dari gudang penyimpanan dan melewati seluruh proses pre- fabrication, fabrikasi, sub-assembly hingga pada proses akhir grand assembly sebelum dilakukan proses load out.

Untuk dapat beroperasi galangan kapal harus memiliki sarana pokok dan sarana penunjang (Soeharto dan Soejitno, 1996). Untuk galangan kapal bangunan baru, salah satu sarana berikut harus dimiliki, yaitu:

- Building berth
- Building dock
- Slipway
- Graving dock
- Lift dock

Dalam menyusun tata letak galangan, perlu memperhatikan prinsip-prinsip dasar sebagai berikut (Soegiono, 2004):

- Menjaga agar lintasan/urutan dari setiap material atau produk tidak terpotong
- Menjaga jumlah gerakan/perpindahan material sampai produk pada batas minimum.
- Memberikan kesempatan yang cukup luas bagi fleksibilitas dan pengembangan di masa yang akan datang.
- Memberikan suatu lingkungan kerja yang cukup pada setiap area produksi khususnya ditinjau dari segi keselamatan, kenyamanan dan efisiensi

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Benjjafar, and M. Sherikazadeh. Design of flexible plant layout. *IIE Transactions*, 2000; 32(4): 309-322.
- [2] H. Chabane. Design of a small shipyard facility layout optimized for production and repair. *Proceedings of Symposium International: 'Qualite' et Maintenance au Service de l'Entreprise*. 2004.
- [3] H. W. Choi. Discrete combinatorial optimization of shipbuilding processes using differential evolution algorithm. Ph. D. Seoul National University. 2003.
- [4] H. W. Schlott. Shipbuilding Technology. Lecture Notes. Jakarta: PT Raja Grafindo. 1980.
- [5] A.M. Iveline and H. Mareta. Production facility layout design based on simulated annealing algorithm. *Proceedings, International Seminar on Industrial Engineering and Management*. 2007.
- [6] R. Muther. Systematic Layout Planning. Second Edition. Boston, MA: Cahners Books. 1973.
- [7] Y. J. Song, D. G. Lee, J. H. Woo and J. G. Shin. A concept and framework for a shipyard layout design based on simulation. *Journal of Ship Production*. 2009; 25(3): 126-135.
- [8] Y. J. Song, D. G. Lee, S. W. Choe, J. H. Woo, J. M. Lee and J. G. Shin. 2009. A simulation-based capacity analysis of a block-assembly process in ship production planning. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*. 2009; 46(1): 78-86.
- [9] Y. J. Song, D. G. Lee, J. H. Woo and J. G. Shin. System development and applications of a shipyard layout design framework. *Journal of Ship Production and Design*. 2010; 26(2): 144-154.
- [10] J. V. Rijn. Designing Organization Structures. Netherland: Aalborg University Copenhagen. 2004.
- [11] Soegiono. Teknologi Produksi dan Perawatan Bangunan Laut. Surabaya: Airlangga University Press. 2004.
- [12] A. Soeharto, dan Soejitno. Galangan Kapal. Surabaya: Fakultas Teknologi Kelautan- ITS. 1996.
- [13] Soejitno. Teknologi Produksi Kapal. Surabaya: Fakultas Teknologi Kelautan-ITS. 1997.
- [14] R. L. Storch, C. P. Hammon, H. M. Bunch, and R. C. Moore. Ship Production. Second Edition. Centreville: Cornell Maritime Press. 1995.
- [15] S. Wignjosoebroto. Tata Letak Pabrik Dan Pemindahan Bahan. Surabaya: PT. Bima Ilmu Offset. 1991.

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^{*}, Penulis II², dan Penulis III³ (tanpa gelar, 2 spasi dari judul, *Times New Roman*, 12 pt, ***bold***, *center*)

¹Program Studi Sistem Informasi Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya 60111 (berjarak ½ spasi dari nama penulis, 10 pt, *center*)

²Program Studi Sistem Informasi, FTIF, ITS dan alamatnya

³Teknik 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:

$$F = \sum_{i=1}^n \left(\frac{p_{\text{CO}_2}^{\text{data}} - p_{\text{CO}_2}^{\text{pers.}}}{p_{\text{CO}_2}^{\text{data}}} \right)^2 \quad (1)$$

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)

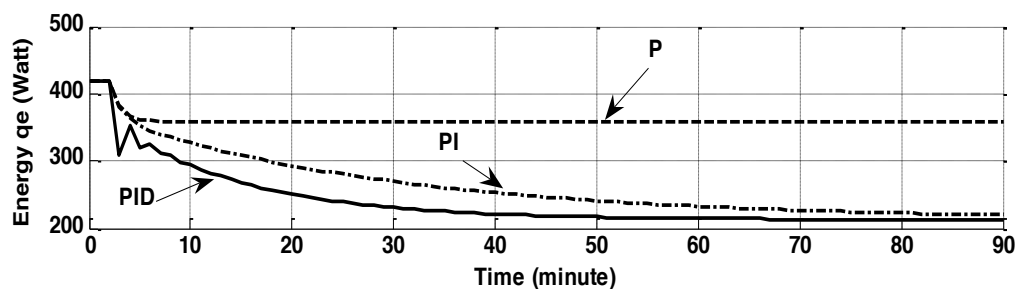
Hasil dan pembahasan berisi data yang disajikan dengan tabel-tabel dan/atau gambar-gambar serta analisis pembahasannya. Tabel dan gambar diberi nomor urut dan diberi judul. Contoh penyajian tabel dan gambar adalah sebagai berikut:

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.



Applied Technology and Computing Science Journal
www.journal.unusa.ac.id | atcsj2018@unusa.ac.id

Penerbit:



9 772621 445003