



**TUGAS AKHIR - MS141501**

**MODEL EVALUASI ALOKASI SANDAR KAPAL DI TERMNAL  
MULTIPURPOSE: STUDI KASUS TERMINAL JAMRUD  
TANJUNG PERAK**

**Maulana Yafie Danendra**

**NRP. 04411340000033**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Dr. Ing. Setyo Nugroho.**

**Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA**

**DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**2018**



---

**TUGAS AKHIR - MS141501**

**MODEL EVALUASI ALOKASI SANDAR KAPAL DI  
TERMINAL *MULTIPURPOSE*: STUDI KASUS TERMINAL  
JAMRUD TANJUNG PERAK**

**Maulana Yafie Danendra**

**NRP. 04411340000033**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Dr.Ing. Setyo Nugroho.**

**Achmad Mustakim, S.T., MT., MBA**

**DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**



---

**FINAL PROJECT - MS141501**

**EVALUATION MODEL OF BERTH ALLOCATION IN A  
MULTIPURPOSE TERMINAL: CASE STUDY ON JAMRUD  
TERMINAL OF TANJUNG PERAK**

**Maulana Yafie Danendra**

**NRP. 0441134000033**

**SUPERVISORS :**

**Dr.Ing. Setyo Nugroho.**

**Achmad Mustakim, S.T., MT., MBA**

**DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING**

**FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY**

**SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY**

**SURABAYA**

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**MODEL EVALUASI ALOKASI SANDAR KAPAL DI TERMINAL**  
**MULTIPURPOSE**  
**STUDI KASUS: TERMINAL JAMRUD TANJUNG PERAK**  
**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat**  
**Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut**  
**Fakultas Teknologi Kelautan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

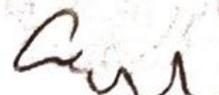
**MAULANA YAFIE DANENDRA**

**NRP : 0441134 00000 33**

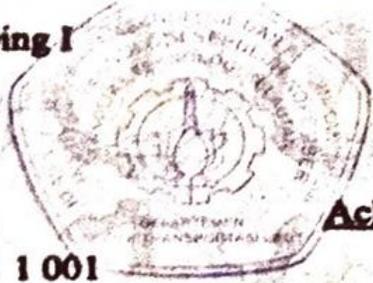
**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

  
**Dr. Ing. Setyo Nugroho**

**NIP : 19651020 199601 1 001**



  
**Achamd Mustakim, S.T., MT., MBA**

**NIP : 19880605 201504 1 003**

**SURABAYA, JANUARI 2018**

**LEMBAR REVISI**  
**MODEL EVALUASI ALOKASI SANDAR KAPAL DI TERMINAL**  
**MULTIPURPOSE**  
**STUDI KASUS: TERMINAL JAMRUD TANJUNG PERAK**  
**TUGAS AKHIR**

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 15 Januari 2018

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut  
Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh  
Nopember

Oleh :

**MAULANA YAFIE DANENDRA**

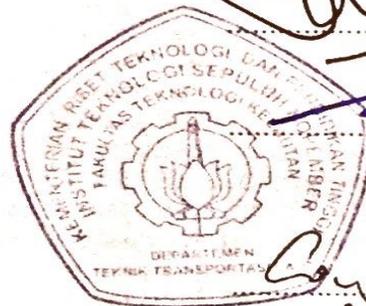
N.R.P. 04411340000033

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.
2. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. -Ing. Setyo Nugroho.
2. Achmad Mustakim S.T., M.T., MBA



Handwritten signatures in blue ink, corresponding to the names listed in the approval section, positioned over the official stamp and on dotted lines.

# **MODEL EVALUASI ALOKASI SANDAR KAPAL DI TERMINAL MULIPURPOSE: STUDI KASUS TERMINAL JAMRUD TANJUNG PERAK**

**Nama Penulis** : Maulana Yafie Danendra  
**NRP** : 04411340000033  
**Departemen** : Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi  
Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
**Dosen Pembimbing** : 1. Dr. –Ing Setyo Nugroho  
2. Achmad Mustakim S.T.,M.T.,MBA

## **ABSTRAK**

Permasalahan Alokasi Tambatan (*Berth Allocation Problem/BAP*) merupakan salah satu permasalahan utama dalam perencanaan operasional terminal, dimana alokasi tambatan merupakan bagian dari perencanaan operasional pelabuhan yang masuk dalam kategori *tactical planning* untuk meminimalisir jeda tambatan (*berthing delays*). Permasalahan ini juga berpotensi terjadi di Pelabuhan Tanjung Perak dimana Terminal Jamrud merupakan salah satu terminal tersibuk di Pelabuhan Tanjung Perak dengan berbagai jenis muatan yang ditangani, baik domestik maupun internasional. Dalam upaya penyelesaian permasalahan tersebut, diusulkan evaluasi dalam perencanaan alokasi tambatan/sandar yang mengusulkan model matematis untuk meminimasi lama tunggu kapal dari labuh hingga sandar secara keseluruhan, dengan turut menganalisis dan mempertimbangkan faktor dalam perencanaan tambat/sandar yang ada saat ini. Hasil optimasi atas keseluruhan waktu tunggu labuh hingga sandar kapal dan biaya konsumsi bahan bakar mesin bantu pada dermaga Jamrud Utara/Barat yaitu, pada bulan Juni (45 kapal) selisih 4% (2322 jam dari 2409 jam realisasi) dan selisih 13% (152 juta rupiah dari 1,1 miliar rupiah realisasi); Pada bulan Juli (27 kapal), selisih 30% (509 jam dari 722 jam realisasi) dan selisih 44% (108 juta rupiah dari 249 juta rupiah realisasi); Pada bulan Agustus (27 kapal), selisih 24% (1027 jam dari 1360 jam realisasi) dan selisih 29% (262 juta rupiah dari 894 juta rupiah realisasi). Pada dermaga Jamrud Selatan yaitu, pada bulan Juni (58 kapal) selisih 47% (150 jam dari 323 jam realisasi) dan selisih 74% (110 juta rupiah dari 150 juta rupiah realisasi); Pada bulan Juli (43 kapal), selisih 88% (1662 jam dari 1887 jam realisasi) dan selisih 97% (433 juta rupiah dari 446 juta rupiah realisasi); Pada bulan Agustus (54 kapal), selisih 46% (470 jam dari 1016 jam realisasi) dan selisih 49% (41 juta rupiah dari 83 juta rupiah realisasi).

**Kata Kunci:** Evaluasi, Perencanaan Alokasi Tambatan, Optimasi, Waktu Tunggu.

# **EVALUATION MODEL OF BERTH ALLOCATION IN A MULTIPURPOSE TERMINAL: CASE STUDY ON JAMRUD TERMINAL OF TANJUNG PERAK**

**Author** : Maulana Yafie Danendra  
**Student Number** : 04411340000033  
**Department** : Marine Transportation Engineerong, Faculty of  
Marine Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
**Supervisor** : 1. Dr. –Ing Setyo Nugroho  
2. Achmad Mustakim S.T.,M.T.,MBA

## **ABSTRACT**

Berth Allocation Problem (BAP) is one of the main problems in terminal operational planning, which is part of port operational planning which is included in the tactical planning category to minimize berthing delays. This problem also potentially occurs at Tanjung Perak Port where Jamrud Terminal is one of the busiest terminals at Tanjung Perak Port with various types of cargo handled both domestically and internationally. To solve the problem, it is proposed an evaluation in the planning of berth allocation which proposes mathematical model to minimize the waiting duration of the vessel from arrival to berth as a whole, by also analyzing and considering factors in the current berth planning. The optimization result of the total waiting time of arrival up to the berth and the fuel consumption cost of the auxiliary machine at the North / West Jamrud wharf is, in June (45 ships) 4% (2322 hours from 2409 hours of realization) and 13% (152 million rupiah out of 1.1 billion rupiah realization); In July (27 ships), 30% difference (509 hours from 722 hours of realization) and 44% (108 million rupiah out of 249 million rupiah realization); In August (27 ships), 24% difference (1027 hours from 1360 hours realization) and 29% (262 million rupiah out of 894 million rupiah realization). At the South Jamrud wharf, in June (58 ships) 47% (150 hours from 323 hours realization) and 74% (110 million rupiah out of 150 million rupiah realization); In July (43 ships), 88% (1662 hours from 1887 hours realization) and 97% (433 million rupiah out of 446 million rupiah realization); In August (54 ships), 46% difference (470 hours from 1016 hours of realization) and 49% (41 million rupiah out of 83 million rupiah realization).

**Keywords:** Evaluation, Berth Allocation Planning, Optimization, Waiting Time

*Dipersembahkan Kepada Tempatku Menimba Ilmu, Departemen Teknik  
Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, dan Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala karunia yang diberikan pada pengerjaan Tugas Akhir dengan Judul “**Model Evaluasi Alokasi Sandar Kapal di Terminal *Multipurpose*: Studi Kasus Terminal Jamrud Tanjung Perak**”. terselesaikannya Tugas Akhir ini tentunya tidak terlepas dari peran berbagai pihak yang telah mendukung penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Setyo Nugroho, selaku Dosen Pembimbing 1 (satu) yang dengan sepenuh hati memberikan bimbingan, ilmu dan arahan terkait proses penyusunan Tugas Akhir.
2. Bapak Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA, selaku Dosen Pembimbing 2 (dua) yang dengan sepenuh hati memberikan bimbingan, ilmu dan arahan terkait proses penyusunan Tugas Akhir.
3. Kedua Orang Tua, Keluarga besar Drs. Soewarno dan Fachrur Razi, SH atas dukungan materiil dan non-materiil sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Seluruh teman-teman seperjuangan di Departemen Teknik Transportasi Laut, T-11, senior dan junior saat belajar di Departemen Teknik Transportasi Laut, serta teman-teman non Departemen Teknik Transportasi Laut, yang membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Serta pihak Pelindo III Cabang Tanjung Perak atas kerjasama dan keterbukaan dalam memberikan ilmu dan arahan terkait Tugas Akhir penulis.

Untuk melengkapi kekurangan pada Tugas Akhir ini, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun. Dan semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan kebermanfaatan yang lebih bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2018  
Penulis

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| ABSTRAK.....   | vi   |
| KATA PENGANTAR .....   | ix   |
| DAFTAR ISI.....  | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....  | xiii |
| DAFTAR TABEL.....  | xv   |
| BAB 1    PENDAHULUAN.....  | 1    |
| 1.1    Latar Belakang .....  | 1    |
| 1.2    Perumusan Masalah.....  | 3    |
| 1.3    Tujuan.....   | 3    |
| 1.4    Batasan Masalah.....  | 3    |
| 1.5    Manfaat.....  | 3    |
| 1.6    Hipotesis Awal .....  | 4    |
| 1.7    Sistematika Penulisan Tugas Akhir.....                            | 4    |
| BAB 2    TINJAUAN PUSTAKA .....  | 7    |
| 2.1    Macam-Macam Pelabuhan.....  | 7    |
| 2.1.1    Berdasarkan Segi Penyelenggaraan .....                          | 8    |
| 2.1.2    Berdasarkan Segi Pengusahaan.....                               | 9    |
| 2.1.3    Berdasarkan Fungsi Perdagangan Nasional dan Internasional ..... | 10   |
| 2.1.4    Berdasarkan Letak Geografis .....                               | 10   |
| 2.2    Indikator Pelayanan Pelabuhan .....                               | 11   |
| 2.3    Pelabuhan dan Terminal Barang .....                               | 13   |
| 2.4    Berth Allocation Problem.....                                     | 14   |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.5   | Teori Optimasi.....  | 16 |
| 2.6   | Penelitian Terkait .....                                   | 19 |
| BAB 3 | METODOLOGI PENELITIAN .....                                | 23 |
| 3.1   | Diagram Alir Penelitian .....                              | 23 |
| 3.1.1 | Tahap Identifikasi Permasalahan .....                      | 23 |
| 3.1.2 | Tahap Studi Literatur .....                                | 24 |
| 3.1.3 | Tahap Rumusan Masalah dan Tujuan .....                     | 24 |
| 3.1.4 | Tahap Analisis Kondisi Saat Ini .....                      | 24 |
| 3.1.5 | Tahap Analisis Data Awal.....                              | 24 |
| 3.1.6 | Optimasi .....   | 24 |
| 3.1.7 | Analisis Data Optimasi.....                                | 25 |
| 3.1.8 | Kesimpulan dan Saran.....                                  | 25 |
| 3.2   | Model Matematis Untuk Optimasi.....                        | 25 |
| 3.2.1 | Sets .....   | 25 |
| 3.2.2 | Parameter.....   | 25 |
| 3.2.3 | Variabel Keputusan.....                                    | 26 |
| 3.2.4 | Fungsi Tujuan ( <i>Objective Function</i> ) .....          | 26 |
| 3.2.5 | Batasan .....  | 26 |
| BAB 4 | GAMBARAN UMUM .....  | 29 |
| 4.1   | Gambaran Umum Penelitian .....                             | 29 |
| 4.2   | Pusat Pelayanan Satu Atap (PPSA).....                      | 29 |
| 4.2.1 | Penyandaran Kapal di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya..... | 30 |
| 4.2.2 | Antrian dan Rapat penyandaran .....                        | 31 |
| 4.2.3 | Kondisi Saat ini Alokasi Tambatan di Terminal Jamrud ..... | 34 |
| 4.3   | Terminal Jamrud .....                                      | 38 |

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| 4.3.1        | Jumlah Kapal dan Jenis Muatan Terlayani .....   | 39        |
| 4.3.2        | Kecepatan Bongkar Muat Terminal Jamrud .....    | 41        |
| <b>BAB 5</b> | <b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b> .....            | <b>47</b> |
| 5.1          | Gambaran Optimasi Alokasi Sandar Kapal .....    | 48        |
| 5.1.1        | Penentuan Alokasi Sandar Kapal di Dermaga ..... | 51        |
| 5.2          | Penentuan Evaluasi Alokasi Sandar .....         | 53        |
| 5.2.1        | Pembuatan Diagram Perencanaan.....              | 56        |
| 5.3          | Evaluasi Sandar Jamrud Utara/Barat.....         | 58        |
| 5.3.1        | Optimasi Evaluasi Bulan Juni 2016 .....         | 60        |
| 5.3.2        | Optimasi Evaluasi Bulan Juli 2016.....          | 61        |
| 5.3.3        | Optimasi Evaluasi Bulan Agustus 2016.....       | 63        |
| 5.4          | Evaluasi Sandar Jamrud Selatan .....            | 64        |
| 5.4.1        | Optimasi Evaluasi Bulan Juni 2016 .....         | 66        |
| 5.4.2        | Optimasi Evaluasi Bulan Juli .....              | 68        |
| 5.4.3        | Optimasi Evaluasi Bulan Agustus .....           | 70        |
| 5.5          | Rangkuman Hasil Optimasi .....                  | 71        |
| 5.5.1        | Indikator Waktu Kapal .....                     | 72        |
| 5.5.2        | Indikator Biaya.....                            | 76        |
| <b>BAB 6</b> | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....               | <b>80</b> |
| 6.1          | Kesimpulan.....                                 | 80        |
| 6.2          | Saran.....                                      | 82        |
|              | <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                     | <b>84</b> |
|              | <b>LAMPIRAN</b> .....                           | <b>86</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2-1 Pelabuhan Umum Tanjung Perak Surabaya .....   | 8  |
| Gambar 2-2 Pelabuhan Khusus PLTU Paiton Probolinggo.....   | 9  |
| Gambar 2-3 Pelabuhan Alam Palembang.....   | 10 |
| Gambar 2-4 Pelabuhan Buatan Tanjung Priok .....  | 11 |
| Gambar 2-5 Indikator Waktu Pelayanan Kapal di Pelabuhan .....  | 11 |
| Gambar 2-6 Terminal Barang Tanjung Priok .....   | 14 |
| Gambar 2-7 Ilustrasi DBAP, CBAP, HBAP.....   | 15 |
| Gambar 2-8 Ilustrasi Jenis Tambatan: (a) DBAP, (b) HBAP, (c) CBAP.....                                     | 16 |
| Gambar 2-9 Lokasi Subjek Penelitian Jurnal di Brazil.....  | 20 |
| Gambar 2-10 Visualisasi Hasil Optimasi contoh Penelitian (MATLAB) .....                                    | 21 |
| Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian.....  | 23 |
| Gambar 4-1 Diagram Alir Proses Sandar Kapal Secara Umum di Pelabuhan Tanjung Perak .....                   | 31 |
| Gambar 4-2 Diagram Proses Kegiatan Rapat penyandaran di Pelabuhan Tanjung Perak .....                      | 33 |
| Gambar 4-3 Visualisasi Rencana Tambat Kapal Berdasarkan Hasil Rapat penyandaran (Jamrud Utara/Barat) ..... | 35 |
| Gambar 4-4 Visualisasi Rencana Tambat Kapal Berdasarkan Hasil Rapat penyandaran (Jamrud Selatan) .....     | 36 |
| Gambar 4-5 Pembagian Dermaga Terminal Jamrud Tanjung Perak .....   | 38 |
| Gambar 4-6 Persentase Jenis Kapal Terlayani di Jamrud Utara/Barat (Jan-Ags 2016) .....                     | 41 |
| Gambar 4-7 Persentase Jenis Kapal Terlayani di Jamrud Selatan (Jan-Ags 2016) ....                          | 41 |
| Gambar 4-8 Jumlah Muatan Ditangani Jamrud Utara/Barat (Jan-Ags 2016).....                                  | 42 |
| Gambar 4-9 Kecepatan Bongkar Muat Dermaga Jamrud Utara/Barat Tahun 2016...                                 | 43 |
| Gambar 4-10 Jumlah Muatan Ditangani Jamrud Utara/Barat (Jan-Ags 2016).....                                 | 44 |
| Gambar 4-11 Kecepatan Bongkar Muat Dermaga Jamrud Selatan Tahun 2016.....                                  | 44 |
| Gambar 5-1 Pembagian Dermaga pada Jamrud Utara/Barat .....   | 48 |
| Gambar 5-2 Pembagian Dermaga pada Jamrud Selatan.....  | 48 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 5-3 Gambaran CBAP .....  | 49 |
| Gambar 5-4 Parameter Utama dan Variabel Keputusan Model Matematis .....   | 50 |
| Gambar 5-5 Gambar Pembagian Dermaga Atas Jenis Muatan .....   | 51 |
| Gambar 5-6 Gambaran Penjelasan Batasan (4) .....  | 52 |
| Gambar 5-7 Model Matematis Jamrud Utara/Barat dalam LINGO (Sets, Parameter, Variabel Keputusan) .....           | 54 |
| Gambar 5-8 Model Matematis Jamrud Utara/Barat dalam LINGO (Fungsi Tujuan,Batasan) .....                         | 54 |
| Gambar 5-9 Model Matematis Jamrud Selatan dalam LINGO (Sets, Parameter, Variabel Keputusan) .....               | 55 |
| Gambar 5-10 Data Kapal Masuk di Dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Juni 2016..                                    | 60 |
| Gambar 5-11 Data Kapal Masuk di Dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Juli 2016 ..                                   | 62 |
| Gambar 5-12 Data Kapal Masuk di Dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Agustus 2016 .....                             | 63 |
| Gambar 5-13 Data Kapal Masuk di Dermaga Jamrud Selatan bulan Juni 2016 .....                                    | 66 |
| Gambar 5-14 Data Kapal Masuk di Dermaga Jamrud Selatan bulan Juli 2016 .....                                    | 68 |
| Gambar 5-15 Data Kapal Masuk di Dermaga Jamrud Selatan bulan Agustus 2016 ..                                    | 70 |
| Gambar 5-16 Grafik Keseluruhan Lama Kapal di Pelabuhan Jamrud Utara/Barat ....                                  | 72 |
| Gambar 5-17 Grafik Keseluruhan Lama Labuh Hingga Sandar Jamrud Utara/Barat                                      | 73 |
| Gambar 5-18 Grafik Keseluruhan Lama Kapal di Pelabuhan Jamrud Selatan.....                                      | 74 |
| Gambar 5-19 Grafik Keseluruhan Lama Labuh Hingga Sandar Jamrud Selatan .....                                    | 75 |
| Gambar 5-20 Grafik Keseluruhan Biaya Konsumsi BBM Mesin Bantu Saat Labuh Hingga Sandar Jamrud Utara/Barat ..... | 77 |
| Gambar 5-21 Grafik Keseluruhan Biaya Konsumsi BBM Mesin Bantu Saat Labuh Hingga Sandar Jamrud Selatan .....     | 78 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 1-1 Arus Barang Arus Barang di Pelabuhan Tanjung Perak pada Triwulan Pertama Tahun 2015-2016..... | 2  |
| Tabel 1-2 Arus Jumlah Kapal di Pelabuhan Tanjung Perak pada Triwulan Pertama Tahun 2015-2016.....       | 2  |
| Tabel 4-1 Contoh Data Labuh oleh Divisi Pelayanan Kapal.....  | 32 |
| Tabel 4-2 Contoh Rapat penyandaran Jamrud Utara/Barat 1 Hari (1 Desember 2016) .....                    | 35 |
| Tabel 4-3 Contoh Rapat penyandaran Jamrud Selatan 1 Hari (1 Desember 2016) ....                         | 37 |
| Tabel 4-4 Klusterisasi Dermaga Terminal Jamrud .....  | 38 |
| Tabel 4-5 Data Kapal Sandar Dermaga Jamrud Utara/Selatan.....   | 40 |
| Tabel 4-6 Data Kapal Sandar Dermaga Jamrud Selatan.....   | 40 |
| Tabel 4-7 Standar Kecepatan Bongkar Muat Pelabuhan Tanjung Perak.....                                   | 42 |
| Tabel 5-1 Contoh <i>overlap</i> penempatan kapal pada rapat penyandaran (3 Juni 2016)                   | 47 |
| Tabel 5-2 Contoh Penentuan Panjang Sumbu X dan Sumbu Y .....  | 56 |
| Tabel 5-3 Pembagian Panjang Sumbu X dan Sumbu Y .....   | 56 |
| Tabel 5-4 Asumsi Dasar pada Variabel Model Matematis Jamrud Utara/Barat .....                           | 58 |
| Tabel 5-5 Penggolongan Jenis Muatan Dermaga Jamrud Utara/Barat .....                                    | 59 |
| Tabel 5-6 Hasil Rapat penyandaran Optimasi Jamrud Utara/Barat Bulan Juni 2016.                          | 61 |
| Tabel 5-7 Hasil Rapat penyandaran Optimasi Dermaga Jamrud Utara/Barat Bulan Juli 2016.....              | 63 |
| Tabel 5-8 Hasil Rapat penyandaran Optimasi Dermaga Jamrud Utara/Barat Bulan Agustus 2016 .....          | 64 |
| Tabel 5-9 Asumsi Dasar pada Variabel Model Matematis Jamrud Selatan .....                               | 65 |
| Tabel 5-10 Penggolongan Jenis Muatan Dermaga Jamrud Selatan.....  | 65 |
| Tabel 5-11 Hasil Rapat penyandaran Optimasi Dermaga Jamrud Selatan Bulan Juni 2016.....                 | 67 |
| Tabel 5-12 Hasil Rapat penyandaran Optimasi Dermaga Jamrud Selatan Bulan Juli 2016.....                 | 69 |

|  |    |
|--|----|
| Tabel 5-13 Hasil Rapat penyandaran Optimasi Dermaga Jamrud Selatan Bulan Agustus 2016.....   | 71 |
| Tabel 5-14 Total Seluruh Lama Kapal di Pelabuhan Jamrud Utara/Barat .....                    | 72 |
| Tabel 5-15 Total Seluruh Lama Kapal Labuh Hingga Sandar di Pelabuhan Jamrud Utara/Barat..... | 73 |
| Tabel 5-16 Total Seluruh Lama Kapal di Pelabuhan Jamrud Selatan .....                        | 74 |
| Tabel 5-17 Total Seluruh Lama Kapal Labuh Hingga Sandar di Pelabuhan Jamrud Selatan.....     | 75 |
| Tabel 5-18 Total Biaya Mesin Bantu Seluruh Kapal Saat Labuh Jamrud Utara/Barat .....         | 77 |
| Tabel 5-19 Total Biaya Mesin Bantu Seluruh Kapal Saat Labuh Jamrud Selatan .....             | 77 |

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia adalah negara kepulauan/maritim yang salah satu roda ekonominya tidak bisa lepas dari kegiatan pelayaran dan transportasi lautnya (barang dan penumpang). Dalam mendukung sarana angkutan laut tersebut dibutuhkan prasarana yang berupa pelabuhan. Pelabuhan merupakan tempat pemberhentian (terminal) kapal setelah melakukan pelayaran dan sebuah simpul penting dalam lalu lintas yang menghubungkan antara daratan dan lautan, Selain itu juga sebagai perputaran berbagai macam arus muatan perdagangan. Pelabuhan juga merupakan suatu pintu gerbang untuk masuk ke suatu wilayah atau negara sebagai prasarana penghubung antar daerah, antar pulau atau bahkan antar negara, benua, dan bangsa. Dengan fungsinya tersebut maka pembangunan pelabuhan harus dapat dipertanggungjawabkan baik secara sosial ekonomis maupun teknis. Berdasarkan International Maritime Organization (IMO), lebih dari 90% dari perdagangan dunia dikirim lewat laut. Hal ini merupakan alasan yang penting untuk menyusun operasional di sebuah pelabuhan/terminal dengan cara yang optimum (Triatmodjo, 2009) (Velsink & Ligteringen, 2012).

Dalam penyelenggaraan pelabuhan-pelabuhan umum di Indonesia, pemerintah sudah memiliki Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berfungsi melaksanakan kegiatan pelabuhan sekaligus juga berwenang mengelola pelabuhan umum tersebut. Keempat BUMN tersebut tersebar di berbagai wilayah di Indonesia. Pelindo 1 di Sumatera Utara, Pelindo 2 di DKI Jakarta, Pelindo 3 di Jawa Timur, dan Pelindo 4 di Sulawesi Selatan. Pelabuhan Tanjung Perak berada pada wilayah kerja dari Pelindo 3 dengan mengelola empat buah terminal yang terdiri dari Terminal Kalimas untuk pelayaran rakyat, Terminal Nilam yang saat ini berfokus pada kegiatan peti kemas, Terminal Mirah yang berfokus pada kegiatan muatan curah dan general cargo, dan Terminal Jamrud yang menangani muatan general cargo, curah kering, dan peti kemas. Berdasarkan (Farmita, 2016), Arus barang dan kapal melalui Pelabuhan Tanjung Perak pada triwulan pertama 2016 mengalami kenaikan di berbagai jenis muatan terhadap triwulan pertama tahun 2015. Dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 1-1 Arus Barang Arus Barang di Pelabuhan Tanjung Perak pada Triwulan Pertama Tahun 2015-2016

| Arus Barang Pelabuhan Tanjung Perak Triwulan Pertama |         |           |           |        |        |
|--|---------|-----------|-----------|--------|--------|
| Jenis Muatan   | 2015    | 2016      | Jumlah    | Satuan | Margin |
| General Cargo  | 902,658 | 1,172,591 | 2,075,249 | Ton    | 30%    |
| Bag Cargo  | 287,159 | 354,845   | 642,004   | Ton    | 24%    |
| Peti kemas   | 130,698 | 148,160   | 278,858   | TEUs   | 13%    |
| Hewan Ternak   | 1,698   | 5,066     | 6,764     | Ekor   | 198%   |
| Penumpang  | 109,603 | 99,706    | 209,309   | Orang  | -9%    |

Tabel 1-2 Arus Jumlah Kapal di Pelabuhan Tanjung Perak pada Triwulan Pertama Tahun 2015-2016

| Arus Jumlah Kapal Tanjung Perak Triwulan Pertama |            |            |        |        |
|--|------------|------------|--------|--------|
| 2015   | 2016       | Total      | Satuan | Margin |
| 3174   | 3357       | 6531       | Unit   | 3%     |
| 18,415,569                                       | 22,067,917 | 40,483,486 | GT     | 9%     |

Terminal Jamrud merupakan salah satu terminal tersibuk di Pelabuhan Tanjung Perak dengan berbagai muatan yang dilayani, terminal Jamrud terbagi menjadi tiga bagian yaitu Jamrud Utara, Jamrud Barat untuk pelayaran internasional, dan Jamrud Selatan untuk pelayaran domestik. Menurut (Aditya, 2016), pada Terminal Jamrud terkadang terdapat kapal yang harus menunggu beberapa hari untuk dapat bersandar pada dermaga dikarenakan masih ada kapal lain yang sedang dilayani atau bertambat yang menimbulkan fenomena antrian dalam pelayanan bongkar muat.

Permasalahan Alokasi Tambatan (*Berth Allocation Problem/BAP*) merupakan salah satu permasalahan utama dalam perencanaan operasional terminal (Steenken, Voß, & Stahlbock, 2004). Alokasi tambatan merupakan bagian dari perencanaan operasional pelabuhan yang masuk dalam kategori *tactical planning* untuk meminimalisir jeda tambatan (*berthing delays*) (Moorthy & Teo, 2006). Dalam pelaksanaan alokasi tambatan (*berth allocation*) diperlukan pembuatan jendela tambatan yang berisikan plot jadwal tambat kapal. permasalahan alokasi tambatan (*berth allocation problem*) terjadi saat kedatangan kapal tiap

waktu dan operator terminal harus menempatkan kapal-kapal tersebut ke tambatan untuk kemudian dilayani (bongkar-muat) sesegera mungkin.

## **1.2 Perumusan Masalah**

1. Bagaimana bentuk model matematis yang akan digunakan untuk evaluasi waktu sandar kapal di Terminal Jamrud Tanjung Perak?
2. Apa faktor yang dapat mempengaruhi lama jeda waktu sandar antar kapal di Terminal Jamrud Tanjung Perak?
3. Bagaimana ukuran evaluasi pada kegiatan sandar kapal di Terminal Jamrud Tanjung Perak?

## **1.3 Tujuan**

1. Membuat dan menganalisa model matematis yang digunakan dalam optimasi untuk evaluasi lama waktu sandar kapal di Terminal Jamrud Tanjung Perak.
2. Menganalisa dan mengetahui faktor yang mempengaruhi lama jeda waktu sandar antar kapal di Terminal Jamrud Tanjung Perak?
3. Menganalisa ukuran evaluasi pada kegiatan sandar kapal terkait lama waktu sandar antar kapal.

## **1.4 Batasan Masalah**

1. Penelitian ini dikhususkan pada daerah studi kasus Terminal Jamrud Tanjung Perak.
2. Dalam penelitian ini faktor *idle time* (IT), *Not Operation Time* (NOT), *Postpone Time* (PT), *Approaching Time* (AT), *Waiting Time* (WT) yang dibutuhkan suatu kapal saat berada di pelabuhan adalah faktor deterministik.
3. Penelitian dilakukan terhadap kegiatan penentuan sandar kapal di dermaga hingga kapal selesai sandar.

## **1.5 Manfaat**

1. Bagi penulis mengetahui cara pelayanan dan penentuan alokasi sandar kapal di Terminal Jamrud Tanjung Perak.

2. Bagi pembaca dan mahasiswa dapat dijadikan sebagai referensi dalam penelitian tentang alokasi sandar di pelabuhan (*berth allocation*).
3. Bagi perusahaan dapat menjadi masukan atau diterapkan dengan tujuan sebagai evaluasi dalam perencanaan kegiatan sandar kapal.

## **1.6 Hipotesis Awal**

Evaluasi dengan model matematis dapat menunjukkan hasil yang optimum atas minimum waktu pelayanan kapal dan dapat menunjukkan perencanaan yang lebih baik di dermaga pada Terminal Jamrud Tanjung Perak berdasarkan hasil evaluasi keseluruhan terhadap penentuan waktu dan posisi sandar, lama waktu sandar, dan produktivitas sandar. Penentuan alokasi dermaga sandar dilakukan berdasarkan waktu labuh kapal, jenis muatan kapal, dan zona pembagian dermaga.

## **1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

Berikut ini adalah sistematika penulisan pada laporan penelitian ini.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang dari penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diperoleh jika penelitian berhasil dilakukan, batasan masalah penelitian yang meliputi batasan-batasan yang digunakan dan penggunaan asumsi yang diperlukan serta penyertaan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang teori-teori yang digunakan sebagai dasar yang kuat dalam melakukan penelitian ini. Selain itu, pembahasan teori tersebut bertujuan sebagai sarana untuk mempermudah pembaca dalam memahami konsep yang digunakan dalam penelitian. Teori-teori yang digunakan pada penelitian tugas akhir bersumber dari berbagai literatur, penelitian sebelumnya, jurnal, dan artikel. Selain itu, dipaparkan pula tentang metode atau pendekatan yang berkaitan dengan penelitian ini, antara lain konsep optimasi, dan penetapan alokasi sandar kapal.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir. Metodologi menggambarkan alur kegiatan dan kerangka berpikir yang digunakan oleh peneliti selama melakukan penelitian.

#### BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini memuat tentang gambaran umum objek penelitian secara keseluruhan, pengumpulan data berupa perencanaan sandar kapal dan data realisasi kinerja serta proses layanan sandar kapal di Terminal Jamrud Tanjung Perak. Selanjutnya akan dibuat model awal dengan asumsi yang didasarkan pada hasil observasi/tinjauan dan survey lapangan. Output yang akan dihasilkan adalah temuan perbedaan antara data perencanaan dengan hasil model awal berdasarkan obeservasi peneliti yang akan digunakan pada bab analisis dan pembahasan.

#### BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan analisa secara mendalam tentang model perencanaan awal yang dibuat dengan asumsi hasil observasi/tinjauan dan survey lapangan serta pembahasan tentang model evaluasi untuk perencanaan sandar kapal.

#### BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dirangkum hasil analisis yang didapat dan saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

*HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN*

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Macam-Macam Pelabuhan**

Pelabuhan adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga di mana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat barang, *crane* untuk bongkar muat, gudang laut (transito) dan tempat-tempat penyimpanan di mana kapal membongkar muatannya, dan gudang-gudang di mana barang-barang dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama selama menunggu pengiriman ke daerah tujuan atau pengapalan (*shipping*). (Triatmodjo, 2009) (Velsink & Ligteringen, 2012).

##### **A. Fungsi Pelabuhan**

- *Interface* : Pelabuhan merupakan tempat dua sistem transportasi/ alat angkut, dalam hal ini adalah transportasi darat dan transportasi laut. Dengan demikian maka pelabuhan harus menunjang berbagai fasilitas dan pelayanan jasa yang diutuhkan untuk mendukung perpindahan barang dari angkutan laut ke angkutan darat ataupun sebaliknya.
- *Link* : pelabuhan merupakan mata rantai dalam sistem transportasi. Sebagai mata rantai, pelabuhan baik dilihat dari kinerjanya maupun dari segi biayanya akan mempengaruhi kegiatan transportasi secara keseluruhan.
- *Gateway* : pelabuhan berfungsi sebagai pintu masuk dan keluarnya barang dari suatu negara atau daerah. Dalam hal ini pelabuhan memegang peran penting bagi perekonomian suatu daerah.
- *Industrial Entity* : Fungsi pelabuhan untuk menunjang perkembangan industri yang berorientasi pada ekspor dan impor dari suatu negara (Triatmodjo, 2009).

Menurut (Triatmodjo, 2009), Pelabuhan dapat dibedakan tergantung pada segi penyelenggarannya, pengusahaannya, fungsi dalam perdagangan nasional dan internasional, segi kegunaan, dan letak geografisnya. Berikut merupakan macam-macam pelabuhan berdasarkan (Triatmodjo, 2009) yang terkait dengan cakupan penelitian

### 2.1.1 Berdasarkan Segi Penyelenggaraan

- Pelabuhan Umum

Pelabuhan yang diselenggarakan untuk kepentingan pelayanan masyarakat umum. Penyelenggaraan pelabuhan umum dilaksanakan oleh Pemerintah dan pelaksanaannya dapat dilimpahkan kepada Badan Usaha Milik Negara yang didirikan untuk maksud tersebut (BUMN). Dalam hal ini di Indonesia, BUMN yang dimaksud adalah Pelindo I,II,III, dan IV.



Gambar 2-1 Pelabuhan Umum Tanjung Perak Surabaya

- Pelabuhan Khusus

Pelabuhan khusus yang diselenggarakan untuk kepentingan sendiri guna menunjang kegiatan tertentu dan tidak boleh digunakan untuk kepentingan umum, kecuali dalam keadaan tertentu dengan izin Pemerintah. Pelabuhan khusus dibangun oleh suatu perusahaan baik pemerintah maupun swasta, yang berfungsi untuk prasarana pengiriman hasil produksi perusahaan tersebut.



Gambar 2-2 Pelabuhan Khusus PLTU Paiton Probolinggo

### 2.1.2 Berdasarkan Segi Pengusahaan

- Pelabuhan yang diusahakan

Pelabuhan yang sengaja diusahakan untuk memberikan fasilitas yang diperlukan oleh kapal yang memasuki pelabuhan untuk melakukan kegiatan bongkar muat barang, menaik-turunkan penumpang serta kegiatan lainnya. Pelabuhan ini dikenakan biaya-biaya, seperti:

- Jasa labuh
  - Jasa tambat
  - Jasa pemanduan
  - Jasa penundaan
  - Jasa air bersih
  - Jasa dermaga
  - Jasa penumpukan, bongkar muat, dsb.
- Pelabuhan yang tidak diusahakan

Pelabuhan kecil yang disubsidi oleh pemerintah dan dikelola oleh Unit Pelaksana Teknis Dirjen Perhubungan Laut yang hanya untuk tempat singgahhan kapal, tanpa fasilitas bongkar-muat, bea cukai, dan sebagainya.

### 2.1.3 Berdasarkan Fungsi Perdagangan Nasional dan Internasional

- Pelabuhan laut

Pelabuhan yang bebas dimasuki oleh kapal-kapal berbendera asing yang dilabuhkan kapal-kapal yang membawa muatan ekspor/impur secara langsung ke dan dari luar negeri.

- Pelabuhan pantai

Pelabuhan yang disediakan untuk perdagangan dalam negeri yang tidak bebas disinggahi oleh kapal berbendera asing (dapat masuk dengan meminta izin terlebih dulu).

### 2.1.4 Berdasarkan Letak Geografis

- Pelabuhan alam

Merupakan daerah yang terlindungi dari badai dan gelombang secara alami, misalnya suatu pulau, jazirah atau terletak di suatu teluk, atau muara sungai. Contoh: Pelabuhan Palembang, Pelabuhan Belawan



Gambar 2-3 Pelabuhan Alam Palembang

- Pelabuhan buatan

Suatu daerah perairan yang dilindungi dari pengaruh gelombang dengan membuat bangunan pemecah gelombang (*breakwater*). Contoh: Pelabuhan Tanjung Priok, Tanjung Emas.

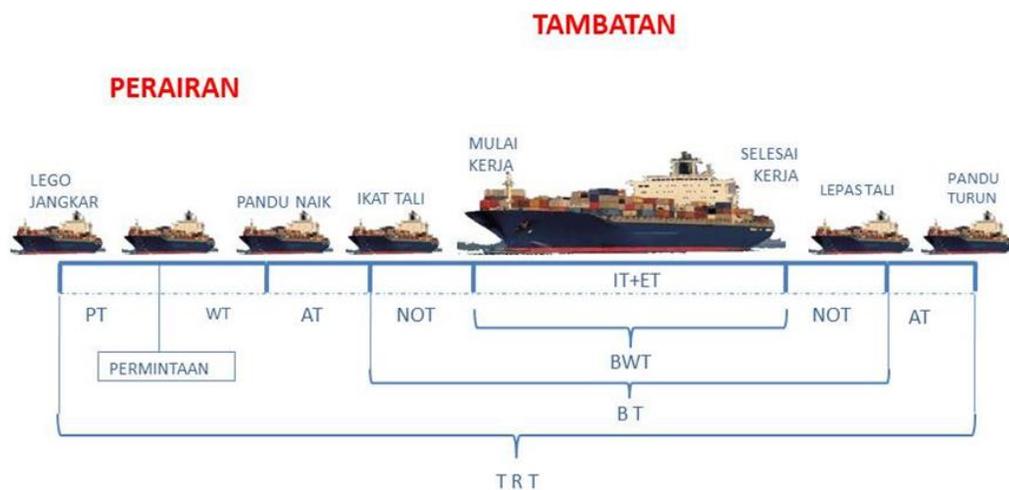


Gambar 2-4 Pelabuhan Buatan Tanjung Priok

## 2.2 Indikator Pelayanan Pelabuhan

Indikator *service* (pelayanan) pada dasarnya merupakan indikator yang erat kaitannya dengan informasi mengenai lamanya waktu pelayanan kapal selama di dalam daerah lingkungan kerja pelabuhan. (Supriyono, 2009)

Diambil dari (Kamal, 2016), waktu pelayanan kapal selama berada di dalam daerah lingkungan kerja pelabuhan, terbagi atas 2 (dua) bagian yaitu waktu kapal berada di perairan dan waktu kapal berada di tambatan sebuah dermaga. Secara umum, kinerja tersebut dapat dilihat prosesnya melalui gambar di bawah ini :



Gambar 2-5 Indikator Waktu Pelayanan Kapal di Pelabuhan

Waktu pelayanan sebuah kapal saat di perairan (masuk dari daerah penjangkaran hingga ke kolam pelabuhan untuk kemudian melakukan kegiatan sandar) dimulai dari kegiatan lego jangkar hingga ikat tali di dermaga dan sebaliknya juga saat proses kapal akan keluar dari pelabuhan setelah proses bongkar/muat di dermaga, sedangkan waktu di tambatan bermula dari kegiatan mulai kerja sebuah kapal di dermaga (bongkar/muat). Komponen waktu pada pelayanan kapal tersebut adalah:

- a. *Postpone Time* (PT): waktu tertunda yang tidak bermanfaat selama kapal berada di perairan pelabuhan antara lokasi lego jangkar sebelum / sesudah melakukan kegiatan yang dinyatakan dalam satuan jam. Penyebab adanya *postpone time*:
  - i. Karena kapal rusak atau hal lain yang karena kesalahan kapal di lokasi perairan / rede.
  - ii. Karena menunggu dokumen atau muatan.
  - iii. Karena cuaca.
- b. *Waiting Time* (WT): waktu tunggu karena pelayanan pelabuhan sejak kapal di perairan pelabuhan. *Waiting time* dalam hal ini adalah dikarenakan kapal menunggu pelayanan tambatan, yaitu pelayanan pandu atau tunda. *Waiting time* juga disebut *waiting time net* dihitung dalam satuan jam.
- c. *Approaching Time* (AT): waktu atau jumlah jam yang dipergunakan selama pelayanan pemanduan, sejak kapal bergerak dari lego jangkar sampai ikat tali di tambatan dan sebaliknya saat proses kapal keluar pelabuhan. Apabila selama di pelabuhan ada kegiatan kapal pindah (*shifting*), maka jumlah jam yang terpakai untuk kapal bergerak menuju lokasi tambatan lainnya diperhitungkan juga sebagai waktu antara yang dinyatakan dalam satuan jam.

Waktu pelayanan di tambatan adalah dihitung sejak ikat tali di tambatan sampai lepas tali atau jumlah jam selama kapal berada di tambatan. Apabila kapal tersebut melakukan kegiatan pindah (*shifting/geser*), maka jumlah jam di hitung secara kumulatif dalam satu kunjungan yang dinyatakan dalam satuan jam. Adapun komponen komponen waktu pelayanan kapal di tambatan adalah:

- d. *Not Operating Time* (NOT): waktu tidak kerja adalah jumlah jam yang direncanakan kapal tidak bekerja selama berada di tambatan, termasuk waktu

istirahat dan waktu menunggu buruh, serta waktu menunggu akan lepas tambat kapal dinyatakan dalam satuan jam.

- e. *Effective time (ET) / Operation Time (OT)*: waktu efektif adalah jumlah jam riil yang dipergunakan untuk melakukan kegiatan bongkar muat dinyatakan dalam jam.
- f. *Idle Time (IT)*: waktu terbuang (*idle time*) adalah jumlah jam kerja yang tidak terpakai (terbuang) selama waktu kerja bongkar muat di tambatan tidak termasuk jam istirahat, dinyatakan dalam satuan jam.
- g. *Berth Working Time (BWT)*: jam kerja bongkar muat yang tersedia selama kapal berada di tambatan. Jumlah jam kerja tiap hari untuk tiap kapal berpedoman pada jumlah jam yang tertinggi kerja gang buruh tiap gilir kerja (*shift*) tersebut tidak termasuk waktu istirahat.
- h. *Berth Time (BT)*: waktu tambat adalah jumlah jam selama kapal berada di tambatan, sejak kapal ikat tali sampai lepas tali di tambatan.
- i. *Turn Round Time (TRT)*: waktu pelayanan kapal di Pelabuhan adalah jumlah jam selama kapal berada di pelabuhan yang dihitung sejak kapal tiba di lokasi lego jangkar sampai kapal berangkat meninggalkan lokasi lego jangkar (batas perairan pelabuhan), dinyatakan dalam satuan jam. (PT.Pelindo, 2012)

### **2.3 Pelabuhan dan Terminal Barang**

Pada pelabuhan barang, muatan yang diangkut oleh kapal niaga yang berlabuh dapat dibedakan menjadi barang umum (*general cargo*), barang curah (*bulk cargo*), dan peti kemas (*container*). Terminal merupakan tempat untuk pemindahan muatan di antara sistem pengangkutan yang berbeda yaitu dari angkutan darat ke angkutan laut dan sebaliknya. Masing-masing terminal mempunyai bentuk dan fasilitas berbeda. Terminal barang umum (*general cargo terminal*) harus mempunyai perlengkapan bongkar muat berbagai bentuk barang yang berbeda. Terminal barang curah biasanya direncanakan untuk satu guna; dan mempunyai peralatan bongkar muat untuk muatan curah dan demikian juga dengan peti kemas. (Triatmodjo, 2009)



Gambar 2-6 Terminal Barang Tanjung Priok

Terminal Jamrud merupakan salah satu contoh terminal yang merupakan bagian dari Pelabuhan Tanjung Perak dengan berbagai muatan barang yang dilayani (barang umum, barang curah, dan peti kemas). Terminal Jamrud terbagi menjadi tiga bagian yaitu Jamrud Utara, dan Jamrud Barat untuk pelayaran internasional sedangkan Jamrud Selatan untuk pelayaran domestik (Pelindo III, 2017).

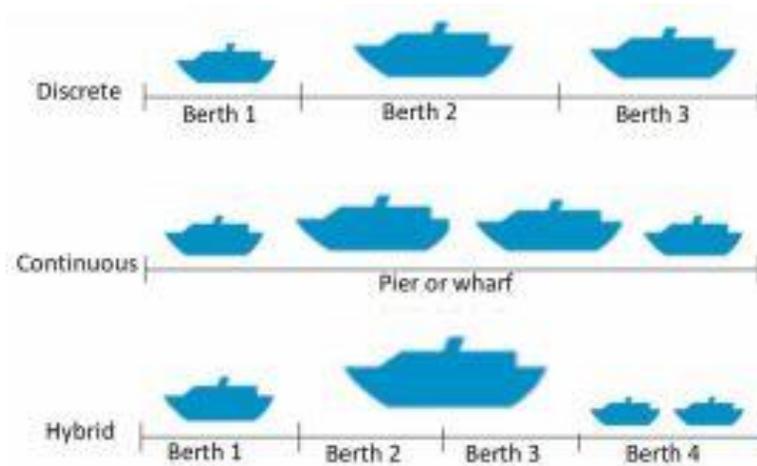
## 2.4 Berth Allocation Problem

Permasalahan alokasi tambatan merujuk pada permasalahan dalam menempatkan kapal pada tambatan di pelabuhan dalam sebuah perencanaan. Maka dari itu, pada BAP keputusan utamanya adalah meliputi lokasi dan tempat dimana kapal bertambat (J. F Cordeau, 2005).

Secara umum, permasalahan ini memiliki dua jenis batasan yaitu : 1) batasan spasial dan 2) batasan temporal. Batasan spasial berhubungan dengan dimensi dermaga, ukuran kapal, kedalaman kolam pelabuhan, dan bagian-bagian dermaga. Batasan temporal utamanya berkaitan dengan jadwal kedatangan kapal serta jadwal tambat kapal (J. F Cordeau, 2005) (R.Stahlbock, 2008).

Berdasarkan batasan spasial, jenis-jenis utama BAP adalah: 1) BAP dengan layout diskrit (DBAP), 2) BAP dengan layout hybrid (HBAP), 3) BAP dengan layout kontinu

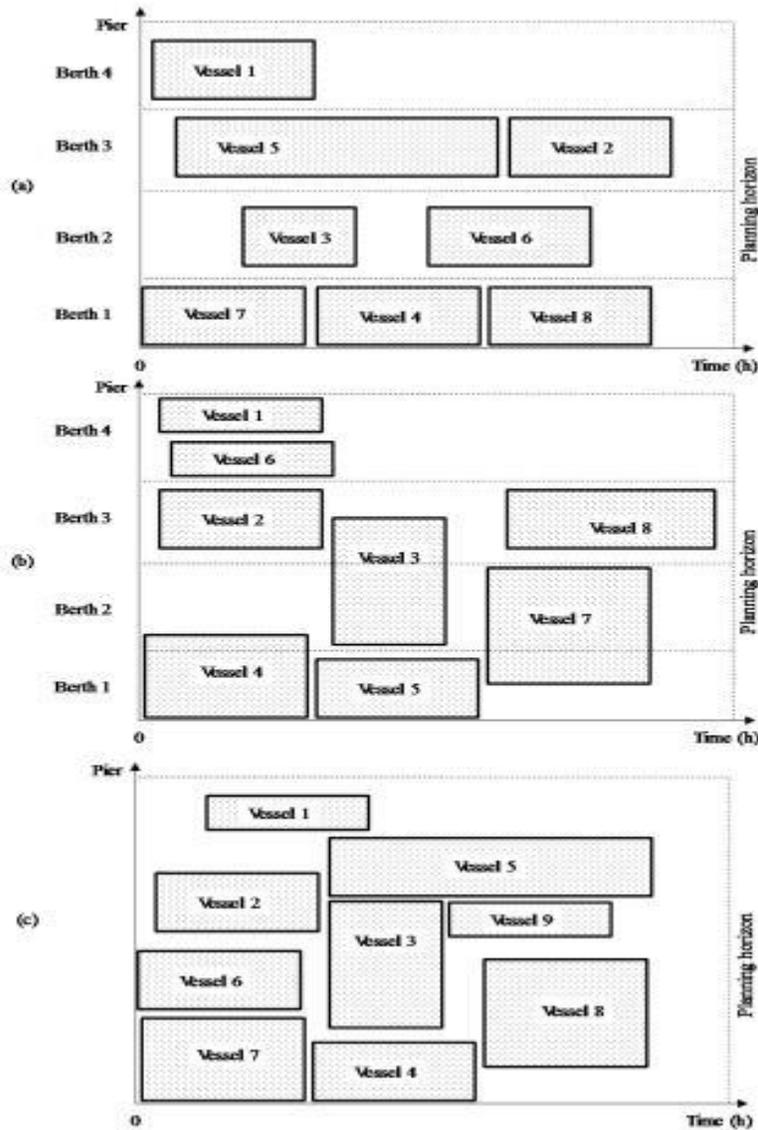
(CBAP). Pada DBAP area bertambat dibagi kedalam bagian yang disebut tambatan, dimana hanya satu kapal saja yang dapat tambat dalam satuan waktu tertentu, ukuran kapal tidak boleh melebihi panjang tambatannya. Pada HBAP terdapat juga tambatan yang terbagi-bagi, namun terdapat kemungkinan bahwa kapal yang berukuran besar dapat memakai lebih dari satu tambatan, dan juga kemungkinan satu tambatan berisi lebih dari satu kapal. Pada CBAP tambatan tidak terbagi-bagi (kontinu) sehingga kapal dapat tambat di posisi mana saja sepanjang dermaga.



*Sumber:* (Ivan Bridi Gimenes Rodrigues, 2015)

Gambar 2-7 Ilustrasi DBAP, CBAP, HBAP

Berdasarkan batasan waktu, BAP digolongkan menjadi dua: 1) Kedatangan statis, 2) kedatangan dinamis. Pada kedatangan statis, posisi kapal dianggap berada di area penjangkaran siap untuk melakukan tambatan, karena itu waktu kedatangan kapal dianggap sama dan dapat diabaikan. Sebaliknya, pada kedatangan dinamis, kapal-kapal memiliki waktu kedatangan yang berbeda terhadap perencanaan sehingga tidak dapat tambat sebelum mengetahui waktu kedatangan kapal.



Sumber: (Ivan Bridi Gimenes Rodrigues, 2015)

Gambar 2-8 Ilustrasi Jenis Tambatan: (a) DBAP, (b) HBAP, (c) CBAP

## 2.5 Teori Optimasi

Optimasi berasal dari kata optimalisasi. Namun, seiring perkembangan zaman, kata optimasi lebih sering digunakan daripada optimalisasi. Dalam permasalahan optimasi biasanya terdiri dari dua tujuan, yaitu memaksimalkan dan meminimumkan. Pengertian dari optimasi adalah suatu proses untuk memaksimalkan atau meminimasi fungsi objektif dengan

mempertimbangkan batas-batasnya (Santosa & Paul, 2011). Dengan adanya optimasi, desain sistem akan menghasilkan profit yang lebih banyak, biaya yang lebih murah, dan mempercepat proses. Optimasi ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di berbagai bidang dengan aplikasi pengambilan keputusan.

Saat ini, permasalahan optimasi memerlukan dukungan *software* dalam penyelesaiannya sehingga menghasilkan solusi yang optimal dengan waktu perhitungan yang lebih cepat. Untuk menyelesaikan suatu permasalahan biasanya dilakukan dengan mengubah masalah tersebut ke dalam model matematis terlebih dahulu untuk memudahkan penyelesaiannya. Keberhasilan penerapan teknik optimasi, paling tidak memerlukan tiga syarat, yaitu kemampuan membuat model, matematika dari permasalahan yang dihadapi, pengetahuan teknik optimasi, dan pengetahuan akan program komputer (Santosa & Paul, 2011).

Optimasi terbagi menjadi dua bagian, yaitu optimasi yang tak terbatas yang hanya dikalikan dengan fungsi objektif yang tak terbatas dan tidak memiliki pembatas, dan optimasi terbatas yang memiliki fungsi objektif yang terbatas atau persyaratan tertentu yang membuat masalah lebih rumit dan memerlukan algoritma yang berbeda untuk diselesaikan. Terdapat banyak teknik optimasi yang telah dikembangkan sampai saat ini, diantaranya adalah *linear programming*, *goal programming*, *integer programming*, *nonlinear programming*, dan *dynamic programming*. Penggunaan teknik optimasi tersebut tergantung dari permasalahan yang akan diselesaikan. Pada penelitian ini menggunakan teknik optimasi *non-linear programming* dan persoalan *combinatorial* yang juga merupakan teknik optimasi *non-linear programming*. Tujuan dari model *combinatorial* adalah menentukan kombinasi dari beberapa alternatif yang pilihan yang mungkin memenuhi fungsi tujuan.

Secara spesifik problem optimasi bisa dikategorikan berdasarkan variabel keputusan, fungsi objektif dan konstrain sebagai:

- *Linear Programming* (LP): baik fungsi objektif dan kostrainnya linier, variabel keputusannya bersifat kontinu. Sebagai contoh

$$\text{Minimasi } f(x) = 2x_1 + 3x_2$$

Subject to

$$x_1 + 3x_2 \geq 10$$

$$2x_1 + 5x_2 \geq 18 \leq 0$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

- *Nonlinear Programming (NLP)*: fungsi objektif dan atau konstrainnya tidak linier. Nilai variabel keputusannya kontinu. Sebagai contoh

$$\text{Minimasi } f(x) = 2x_1^2 + 3x_2$$

Subject to

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$2x_1^2 + 5x_2 \geq 18$$

- *Integer Programming (IP)*: Variabel keputusannya bernilai integer. Sebagai contoh:

$$\text{Maksimasi } f(x) = 2x_1 + 3x_2$$

Subject to

$$4x_1 + 3x_2 \leq 23$$

$$4x_1 + 10x_2 \leq 44$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \text{ dan integer}$$

- *Mixed Integer Linier Programming (MILP)*: fungsi objektif dan konstrain linier. Variabel keputusannya bernilai campuran integer dan riil. Sebagai contoh

$$\text{Maksimasi } f(x) = 6x_1 + 4x_2 + 7x_3 - 200y_1 - 150y_2 - 100y_3$$

Subject to

$$3x_1 + 2x_2 + 6x_3 \leq 150$$

$$4x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 160$$

$$x_1 - 500y_1 \leq 0$$

$$x_2 - 500y_2 \leq 0$$

$$x_3 - 500y_3 \leq 0$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0, \text{ integer}$$

$$y_1, y_2, y_3 = 0 \text{ atau } 1$$

- *Mixed Integer Nonlinier Programming* (MINLP): nonlinear programming problem dengan variabel keputusan integer dan kontinu. Sebagai contoh

$$\text{Maksimasi } f(x) = 6x_1^2 + 4x_2^2 + 7x_3 - 200y_1 + 150y_2 - 100y_3$$

Subject to

$$3x_1 + 2x_2 + 6x_3 \leq 150$$

$$4x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 160$$

$$x_1 - 500y_1 \leq 0$$

$$x_2 - 500y_1 \leq 0$$

$$x_3 - 500y_1 \leq 0$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0, \text{ integer}$$

$$y_1, y_2, y_3 = 0 \text{ atau } 1$$

## 2.6 Penelitian Terkait

Judul (asli): “Mathematical Model for the Berth Allocation Problem in Ports with Cargo Operation Limitations along the Pier”.

Judul (terjemahan): “Model Matematis untuk Permasalahan Alokasi Tambat pada Pelabuhan dengan Batasan Operasi Berdasarkan Muatan sepanjang Dermaga Sandar.

Peneliti: Ivan B.G. Rodrigues<sup>1</sup>, Rodrigo de A. Rosa<sup>1</sup>, Thiara C. Gomez<sup>1</sup>, Gladyston M. Ribeiro<sup>2</sup>

---

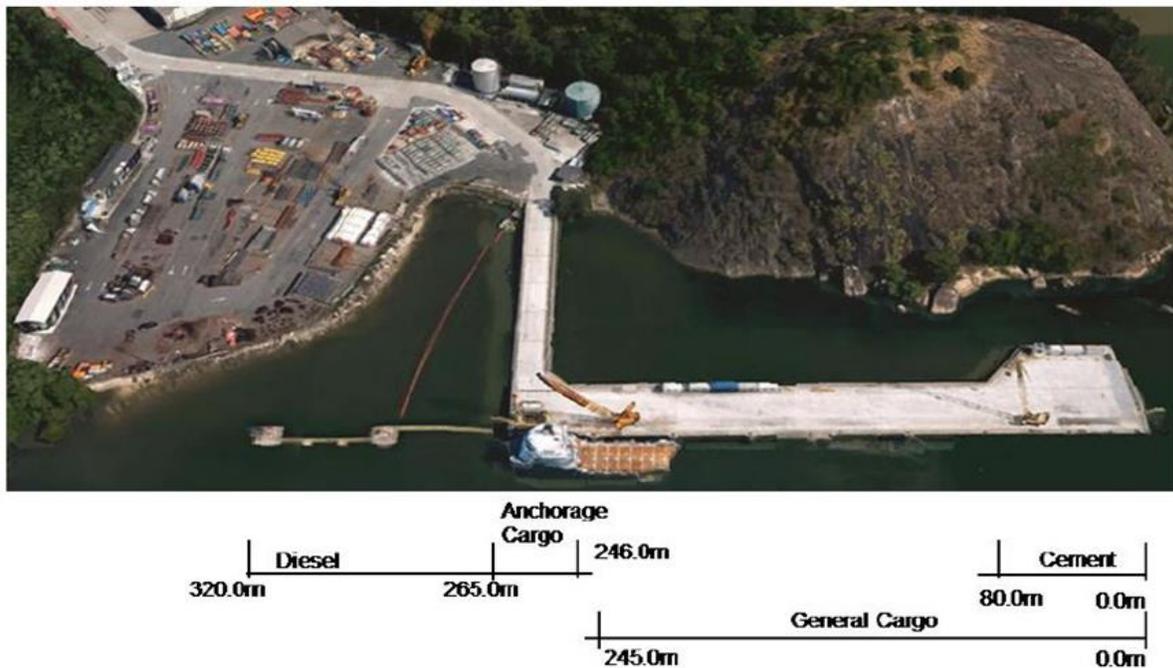
<sup>1</sup> Program Pasca Sarjana Teknik Sipil, Universidade Federal do Espirito Santo, Brazil

<sup>2</sup> Program Pasca Sarjana Teknik Transportasi, Universidade Federal de Rio de Janeiro, Brazil

Jurnal: Sao Carlos

Pada penelitian ini dilakukan upaya optimasi terhadap minimum waktu tunggu kapal. Yaitu waktu tunggu sebuah kapal hingga kapal tersebut bertambat (*waiting time to berth*) dengan kondisi pelabuhan/terminal yang dermaga tambatnya terbagi-bagi atas jenis muatan yang ditangani. Penelitian ini dilakukan di pelabuhan Companhia Portuaria de Vila Velha (CPVV), pelabuhan khusus untuk pendukung logistik kegiatan lepas pantai (*offshore*) di Brazil. Dalam kegiatan operasinya per bulan, CPVV memiliki rata-rata 25 ton *general cargo*, 6000 m<sup>3</sup> diesel, dan 4000 ton semen.

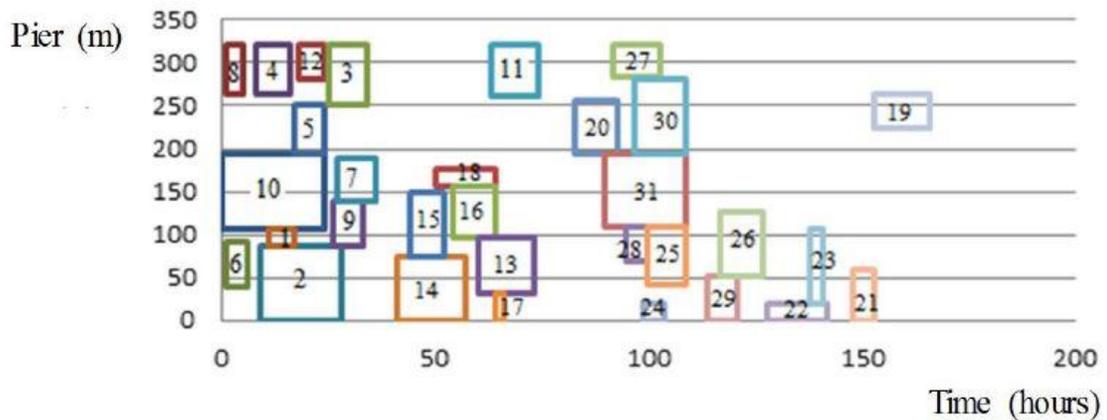
Pelabuhan CPVV memiliki panjang dermaga 320 m yang terbagi menjadi beberapa segmen/bagian berdasarkan jenis muatan yang ditangani (bongkar-muat). Gambar 9 merupakan tampak atas dari pelabuhan CPVV. Kapal dengan muatan semen bertambat pada dermaga kade 0 m–80 m dikarenakan keterbatasan alat bongkar muat untuk semen. Kapal muatan *General Cargo* bertambat pada kade 0 m-245 m. Kapal AHT (*Anchor Handling Tug*) bersandar pada kade 246 m- 265 m (sandar dengan buritan/*stern*), dan kapal muatan diesel bertambat pada kade 266 m-320m.



Gambar 2-9 Lokasi Subjek Penelitian Jurnal di Brazil

Pada penelitian ini diusulkan model matematis untuk permasalahan sandar berdasarkan jenis muatan terhadap tolok ukur waktu tunggu sandar (*waiting time to berth*). Data yang dihasilkan akan dibandingkan dengan realisasi terhadap data waktu tunggu yang dimiliki oleh pelabuhan CPVV.

Peneliti melakukan beberapa percobaan dengan pemodelan kondisi CPVV. Dari hasil yang didapat serta perbandingan terhadap data asli, didapat bahwa optimasi hasil model matematis mereduksi waktu tunggu tambat kapal selama total 4.64 jam dalam kurun waktu analisa selama total 12 minggu.



Gambar 2-10 Visualisasi Hasil Optimasi contoh Penelitian (MATLAB)

Perangkat lunak yang digunakan :

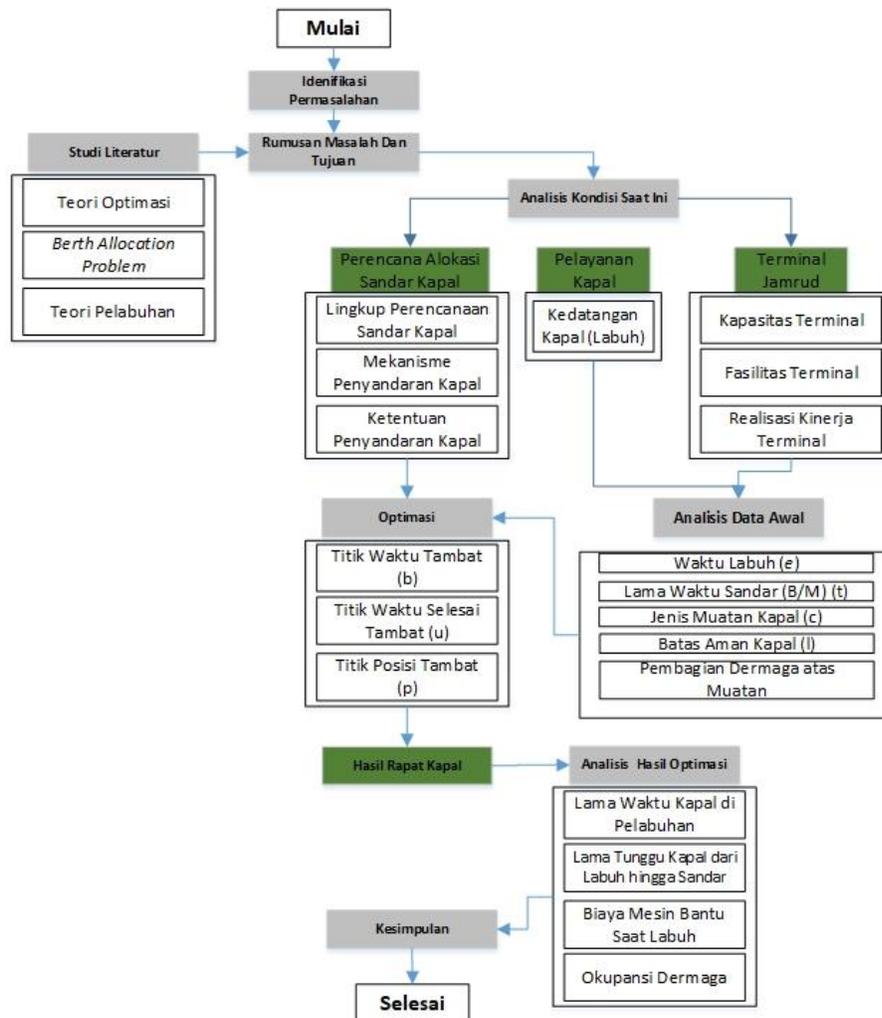
- IBM CPLEX (untuk optimasi *mixed integer linear programming*)
- MATLAB (untuk visualisasi hasil optimasi)



# BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian dari Tugas Akhir untuk mengilustrasikan proses pengerjaan:



Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian

### 3.1.1 Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini. Permasalahan yang diangkat adalah mengenai evaluasi dalam penentuan waktu

sandar dan lokasi sandar (alokasi) di sebuah terminal/pelabuhan (Terminal Jamrud Tanjung Perak). Perlu diadakan penelitian terkait model atau metode penentuan sandar yang dibuat/digunakan oleh Pelindo III Tanjung Perak dan dilakukan perbandingan dengan model evaluasi yang dibuat berdasarkan model matematis permasalahan, dengan minimasi terhadap waktu labuh kapal hingga sandar (waktu tunggu untuk sandar/*waiting time to berth*) yang akan dilakukan pada penelitian ini.

### **3.1.2 Tahap Studi Literatur**

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan alokasi tambatan di pelabuhan. Materi-materi yang dijadikan tinjauan pustaka pada tugas akhir ini adalah pelabuhan, terminal barang dan umum, permasalahan alokasi dermaga, serta teori optimasi (*mixed integer linear programming*) sebagai penunjang dalam pengerjaan tugas akhir.

### **3.1.3 Tahap Rumusan Masalah dan Tujuan**

Pada tahap ini dilakukan penentuan lingkup permasalahan yang akan menjadi fokus penelitian serta penentuan tujuan keluaran (*output*) pada penelitian.

### **3.1.4 Tahap Analisis Kondisi Saat Ini**

Pada tahap ini data yang telah dikumpulkan dari hasil studi lapangan dan juga hasil data sekunder yang diolah lebih lanjut sehingga dapat digunakan sebagai perhitungan untuk pengerjaan tugas akhir. Pengambilan data terkait diambil dari berbagai pihak diantaranya, Pihak perencana alokasi sandar kapal, Divisi Pelayanan Kapal, dan Terminal Jamrud.

### **3.1.5 Tahap Analisis Data Awal**

Dalam pengolahan data akan dianalisis terhadap waktu kedatangan kapal, panjang kapal yang digunakan, jenis muatan yang dimuat kapal, pembagian dermaga atas muatan, dan kecepatan bongkar/muat Terminal Jamrud Tanjung Perak.

### **3.1.6 Optimasi**

Pada tahap ini dilakukan optimasi (sets, parameter, penentuan *objective function*, *decision variable*, dan, *constraints*) terhadap permasalahan yang ada di Terminal Jamrud Tanjung Perak. Pengerjaan dilakukan dengan model matematis yang diselesaikan dengan

perangkat lunak LINGO dengan hasil keluaran yang dihasilkan adalah penentuan titik awal sandar kapal ( $b$ ), titik akhir sandar kapal ( $u$ ), dan titik posisi sandar kapal ( $p$ ).

### 3.1.7 Analisis Data Optimasi

Pada tahap ini data kemudian diolah dan dilakukan pemilihan data, mulai dari analisis dan pembahasan hasil optimasi yaitu rangkuman atas hasil optimasi. Pada bagian ini akan dianalisis total keseluruhan waktu lama tunggu kapal, total lama keseluruhan kapal di pelabuhan, biaya konsumsi bahan bakar mesin bantu saat labuh, dan penggunaan dermaga.

### 3.1.8 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan sebuah penarikan kesimpulan yang akan menjawab semua permasalahan pada penelitian ini dan juga penulisan saran terhadap pihak-pihak terkait sebagai sesuatu yang harus dipertimbangkan untuk dikembangkan lebih lanjut atau diterapkan oleh pihak terkait.

## 3.2 Model Matematis Untuk Optimasi

Setelah melakukan studi literatur terkait perencanaan alokasi tambat kapal dan situasi perencanaan objek penelitian, pada bab ini akan dijelaskan model matematis yang digunakan untuk perencanaan alokasi sandar kapal di dermaga. Berikut dipaparkan lima hal yang dibutuhkan dalam optimasi penelitian:

### 3.2.1 Sets

$N$ : Jumlah Kapal

$C$ : Jumlah zona pembagian dermaga

### 3.2.2 Parameter

$D$ : Panjang dermaga; (Meter)

$TH$ : Jangka waktu perencanaan; (Jam)

$\alpha_c$ : Posisi (kade) awal zona dermaga atas muatan  $c \in C$ ; (Meter)

$\beta_c$ : Posisi (kade) akhir zona dermaga atas muatan  $c \in C$ ; (Meter)

$t_i$ : Lama waktu kapal  $i \in N$  di dermaga (bongkar/muat); (Jam)

$l_i$ : Panjang kapal  $i \in N$  (termasuk jarak aman); (Meter)

$e_i$ : Waktu labuh (kedatangan) kapal  $i \in N$  di pelabuhan; (Jam)

$c_i$ : Jenis muatan  $c \in N$  yang dibawa oleh kapal  $i \in N$ ;

$a_i$ : *Approaching time* kapal  $i \in N$  menuju dermaga; (Jam)

### 3.2.3 Variabel Keputusan

$b_i$ : Posisi waktu sandar kapal  $i \in N$ ;

$u_i$ : Posisi waktu selesai sandar kapal  $i \in N$ ;

$p_i$ : Posisi dermaga (kade) sandar kapal  $i \in N$ ;

$\sigma_{ij}$ : variabel biner terhadap waktu. Bernilai 1 jika kapal  $j \in N$  sandar tepat di sebelah kanan (Sumbu X) dari kapal  $i \in N$  (tidak *overlap*) yang ada pada diagram perencanaan. Sebaliknya, bernilai 0 jika *overlap* secara waktu (Sumbu X);

$\theta_{ij}$ : variabel biner terhadap posisi dermaga. Bernilai 1 jika kapal  $j \in N$  sandar tepat di sebelah atas (Sumbu Y) dari kapal  $i \in N$  (tidak *overlap*) yang ada pada diagram perencanaan. Sebaliknya, bernilai 0 jika *overlap* secara posisi (Sumbu Y);

### 3.2.4 Fungsi Tujuan (*Objective Function*)

Minimum

$$\sum_{i \in N} (u_i - e_i) \quad (1)$$

Fungsi (1) adalah total lama waktu kapal di pelabuhan (labuh-sandar-selesai sandar) yang harus diminimasi. Lama waktu tersebut didapat dari mengurangi waktu selesai sandar ( $u_i$ ) dengan waktu labuh kapal ( $e_i$ ).

### 3.2.5 Batasan

$$b_j - b_i - t_i - (\sigma_{ij} - 1)TH \geq 0 \quad \forall i, j \in N, i \neq j \quad (2)$$

$$p_j - p_i - l_i - (\theta_{ij} - 1)D \geq 0 \quad \forall i, j \in N, i \neq j \quad (3)$$

$$\sigma_{ij} + \sigma_{ji} + \theta_{ij} + \theta_{ji} \geq 1 \quad \forall i, j \in N, i \neq j \quad (4)$$

$$b_i + t_i = u_i \quad \forall i \in N \quad (5)$$

$$(e_i + a_i) \leq b_i \leq (TH - t_i) \quad \forall i \in N \quad (6)$$

$$\alpha_{ci} \leq p_i \leq (\beta c_i - l_i) \quad \forall i \in N \quad (7)$$

$$\sigma_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in N \quad (8)$$

$$\theta_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in N \quad (9)$$

Batasan (2) adalah untuk memastikan tidak ada kapal yang *overlap* secara waktu dalam diagram perencanaan, Batasan (3) memastikan tidak ada kapal yang *overlap* secara lokasi (kade) dalam diagram perencanaan. Sedangkan batasan (4) membutuhkan setidaknya nilai 1 pada penjumlahan variabel-variabel tersebut, untuk memastikan tidak ada yang saling bersalipan (*overlap*) antar kapal pada sumbu X dan sumbu Y pada diagram perencanaan.

Batasan (5) untuk memastikan pada model bahwa waktu selesai sandar merupakan penjumlahan waktu dari waktu kedatangan (labuh) kapal dengan waktu operasi (bongkar/muat) kapal di dermaga. Pada batasan (5) ini ditambahkan asumsi waktu NOT (*Not Operating Time*) dan penggunaan data kecepatan bongkar/muat yang didapat dari olahan data 1 tahun Terminal Jamrud Tanjung Perak dalam perhitungan waktu operasi (bongkar/muat) kapal di dermaga.

Batasan (6) memastikan pada model bahwa posisi waktu tambat kapal ( $b_i$ ) adalah diantara waktu kedatangan/labuh ( $e_i$ ) dan pengurangan jangka waktu perencanaan dengan waktu operasi (bongkar/muat) kapal di dermaga ( $T-t_i$ ). Hal ini turut berarti bahwa kapal yang labuh diluar waktu perencanaan tidak bisa dimasukkan ke dalam model dan untuk keadaan lain dimana sebuah kapal tidak bisa dimasukkan ke dalam model jika waktu operasinya (bongkar/muat) melebihi jangka waktu perencanaan ( $T$ ). Dengan begitu jangka waktu perencanaan harus diperbesar untuk menyesuaikan dengan keadaan optimasi.

Batasan (7) adalah untuk membuat kapal  $i \in N$  bersandar pada dermaga yang sesuai dengan jenis muatannya (pembagian dermaga). Posisi tambat kapal adalah diantara posisi awal dermaga ( $\alpha$ ) dan posisi akhir dermaga ( $\beta$ ) dari jenis muatan yang ditangani di dermaga  $c \in C$ . Setiap kapal  $i \in N$  membawa jenis muatan  $c_i \in C$ . Sedangkan batasan (8) dan (9) menerangkan bahwa  $\sigma_{ij}$  dan  $\theta_{ij}$  adalah batasan biner.

Penjelasan lanjut terkait batasan akan dibahas kemudian pada BAB 5



## **BAB 4**

### **GAMBARAN UMUM**

#### **4.1 Gambaran Umum Penelitian**

Penelitian yang dijadikan studi kasus dalam tugas akhir ini adalah mengenai penyandaran kapal di Pelabuhan Tanjung Perak pada umumnya, serta penataan/alokasi sandar dan antrian sandar kapal di Terminal Jamrud Tanjung Perak Surabaya yang merupakan di bawah kendali operasi Pelindo 3 Cabang Tanjung Perak. Observasi dan wawancara yang dilakukan terhadap PPSA (Pusat Pelayanan Satu Atap) Tanjung Perak mengenai proses penyandaran dan rapat sandar, Divisi Pelayanan Kapal Tanjung Perak mengenai permintaan pandu/tunda kapal, dan Terminal Jamrud Tanjung Perak mengenai kegiatan bongkar/muat dan sandar kapal di dermaga. Adapun bagian dermaga yang menjadi objek penelitian adalah dermaga Jamrud Utara, Jamrud Barat, dan Jamrud Selatan.

#### **4.2 Pusat Pelayanan Satu Atap (PPSA)**

PPSA sangat erat hubungannya dengan pelayanan terhadap pemakai jasa kepelabuhanan di pelabuhan, sehingga dipandang perlu untuk memperbaiki manajemen operasional di pelabuhan yang akan menciptakan suasana dan kinerja operasional pelabuhan yang lebih baik, dimana selama ini kinerja operasional pelabuhan sangat dipengaruhi oleh:

- Kondisi Pelayanan
- Kondisi Fasilitas
- Kondisi Kelembagaan

Pada dasarnya PPSA adalah perangkat keras PT (Persero) Pelabuhan Indonesia yang mempunyai tugas dalam perencanaan pelayanan kapal dan bongkar muat barang yang meliputi:

- Alokasi tempat dan sandar kapal
- Target bongkar muat yang harus tercapai
- Kesiapan ruang penumpukan
- Kesiapan sumber daya yang diperlukan

Pelayanan perencanaan penyandaran kapal dan bongkar muat adalah kegiatan perencanaan yang dilakukan oleh PPSA untuk melayani penyandaraan kapal dengan memperhatikan situasi dan kondisi kapal, barang, dermaga, gudang dan lapangan penumpukan yang ada dengan melibatkan perusahaan pelayaran atau agen dan perusahaan bongkar muat dan EMKL.

PPSA memberikan pelayanan atas permintaan pelayanan kapal dan barang (PPKB) yang diajukan oleh perusahaan pelayaran atau agen, yang berupa:

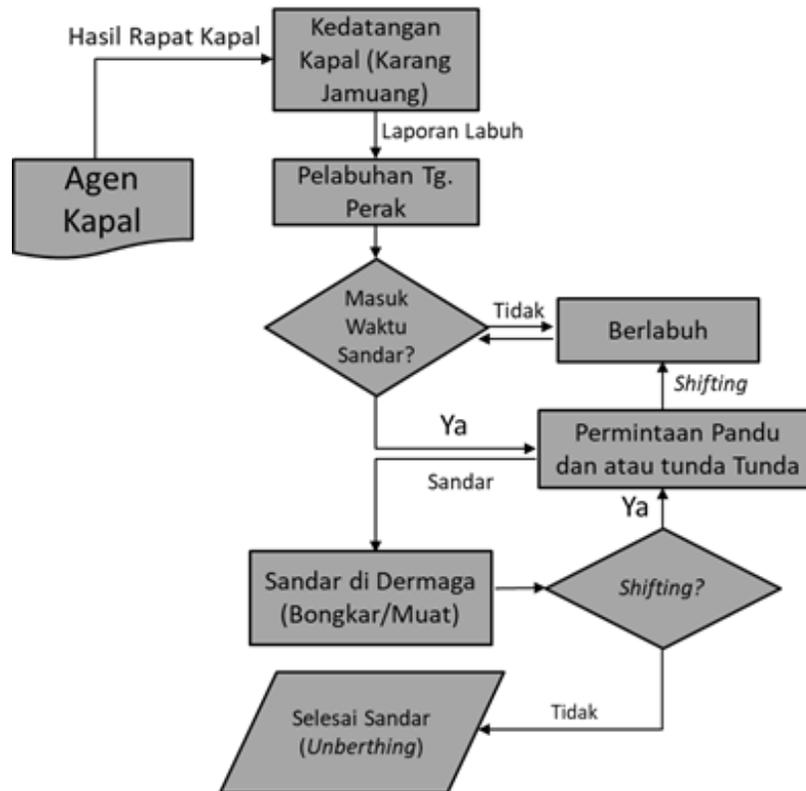
- Menyusun perencanaan pelayanan kapal dan barang
- Menetapkan target produktivitas bongkar muat, dan alokasi jangka waktu serta tempat sandar
- Melaksanakan pelayanan kapal dan bongkar muat barang sesuai dengan penetapan
- Melaksanakan pengendalian pelaksanaan pelayanan Perusahaan bongkar muat (PBM) atau usaha bongkar muat
- Penyusunan *operation planning*
- Konfirmasi kesiapan buruh, alat, dan angkutan serta fasilitas penumpukan
- Penetapan pencapaian target kinerja bongkar muat

#### **4.2.1 Penyandaran Kapal di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya**

Secara umum, terdapat serangkaian proses kegiatan yang dilakukan oleh pihak-pihak terkait (kapal, pelabuhan) dalam proses penyandaran kapal di dermaga (rapat penyandaran). Laporan kedatangan sebuah kapal diberikan kepada pihak pelabuhan (pelayanan kapal). Pihak kapal juga melakukan pelaporan kedatangan kepada agen kapal untuk kemudian dilakukan kegiatan rapat sandar antara agen kapal, terminal, dan perencana pelabuhan (lihat gambar 13 tentang diagram rapat penyandaran).

Hasil rapat penyandaran diberikan kepada pihak kapal sebagai acuan antrian sandar kapal di dermaga. Permintaan kapal pandu dan tunda dilakukan saat kapal memasuki waktu sandar sesuai pada antrian hasil rapat penyandaran. Sandar dilakukan hingga bongkar-muat selesai, kecuali jika terjadi *shifting* (bergeser posisi sandar). *Shifting* terjadi dikarenakan situasi

tertentu dimana sebuah kapal mengambil antrian kapal lain yang pada jadwal antrian lebih dulu sandar daripada kapal yang terkena *shifting* tersebut sedangkan proses bongkar-muat belum diselesaikan. Jika terjadi *Shifting* di dermaga Terminal Jamrud, Kapal harus berlabuh kembali di area penjangkaran (Karang Jamuang/Rede Area). Proses bongkar-muat akan dilanjutkan saat kapal tersebut memasuki jadwal sandar sesuai pada antrian.



Sumber: Data Primer PPSA Tanjung Perak (diolah kembali)

Gambar 4-1 Diagram Alir Proses Sandar Kapal Secara Umum di Pelabuhan Tanjung Perak

#### 4.2.2 Antrian dan Rapat penyandaran

Secara umum, kebijakan FCFS (*First Come First Served*) diterapkan dalam pelayanan kapal di pelabuhan Tanjung Perak, yaitu pihak PPSA melakukan perencanaan atas kapal yang terlebih dahulu berlabuh di kawasan perairan Karang Jamuang berdasarkan data kedatangan kapal oleh divisi Pelayanan Kapal.

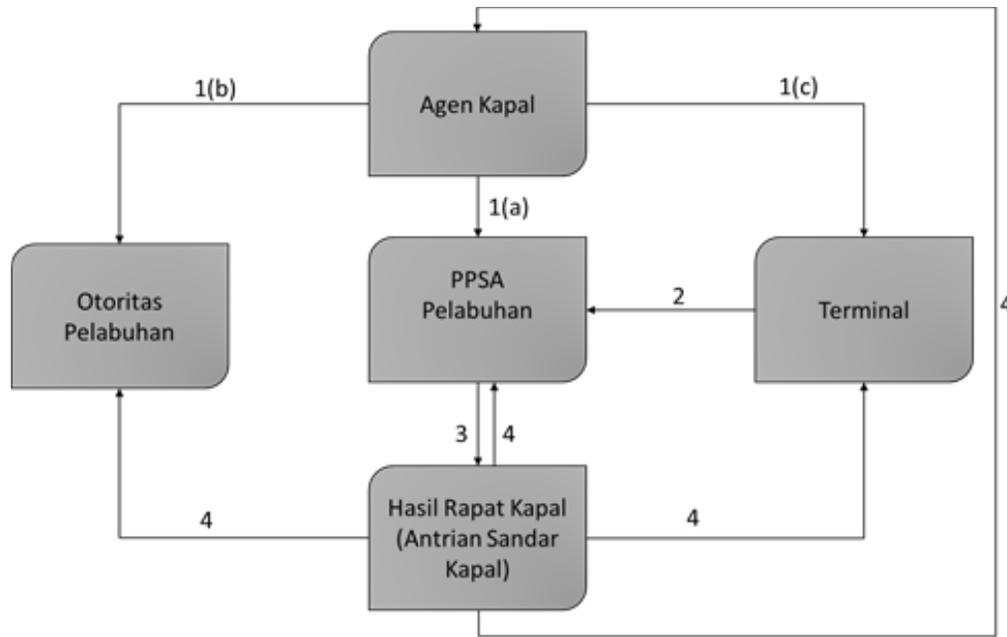
Tabel 4-1 Contoh Data Labuh oleh Divisi Pelayanan Kapal

| No | Nama Kapal             | Agen Pelayaran                              | GRT   | LoA    | Penetapan Labuh | Mulai Labuh    | Selesai Labuh  |
|----|------------------------|---|-------|--------|-----------------|----------------|----------------|
| 1  | BUKIT RAYA             | PELAYARAN NASIONAL INDONESIA (PERSERO), PT  | 6022  | 99.9   | 30-11-16 21:00  | 01-12-16 0:05  | 01-12-16 16:35 |
| 2  | DHARMA KARTIKA IX      | DHARMA LAUTAN UTAMA, PT                     | 9865  | 155.04 | 30-11-16 5:00   | 30-11-16 7:25  | 02-12-16 3:05  |
| 3  | NGGAPULU               | PELAYARAN NASIONAL INDONESIA (PERSERO), PT  | 14685 | 146.5  | 30-11-16 21:00  | 01-12-16 4:47  | 01-12-16 16:35 |
| 4  | TIDAR                  | PELAYARAN NASIONAL INDONESIA (PERSERO), PT  | 14501 | 144.8  | 01-12-16 12:00  | 01-12-16 15:45 | 02-12-16 0:20  |
| 5  | KM KIRANA              | DHARMA LAUTAN UTAMA, PT                     | 5299  | 105.78 | 01-12-16 22:00  | 02-12-16 0:05  | 02-12-16 9:05  |
| 6  | LEGUNDI ,KMP           | ASDP INDONESIA FERRY (PERSERO), PT SURABAYA | 5556  | 110    | 04-12-16 14:00  | 04-12-16 12:45 | 05-12-16 21:20 |
| 7  | MAHKOTA NUSANTARA, KMP | JEMBATAN NUSANTARA, PT                      | 7570  | 125    | 30-11-16 16:00  | 29-11-16 9:50  | 02-12-16 12:05 |
| 8  | SABUK NUSANTARA 56     | PELAYARAN NASIONAL INDONESIA (PERSERO), PT  | 1171  | 58.5   | 01-12-16 8:00   | 01-12-16 8:00  | 04-12-16 19:15 |
| 9  | TAY SON 4 ,MV          | PENASCOP MARITIM INDONESIA, PT.             | 8216  | 141    | 25-11-16 20:00  | 22-11-16 6:30  | 02-12-16 3:15  |
| 10 | MV. COSMIC OAK         | ADMIRAL LINES, PT                           | 9929  | 119.93 | 30-11-16 8:00   | 01-12-16 8:50  | 02-12-16 4:35  |
| 11 | MV APOSTOLOS II        | KARANA LINE, PT                             | 22072 | 179.28 | 02-12-16 8:00   | 02-12-16 6:10  | 02-12-16 22:15 |
| 12 | MV. CS DAISY           | PANCARAN HALUAN SAMUDERA, PT                | 32987 | 189.99 | 30-11-16 8:10   | 02-12-16 19:45 | 06-12-16 11:55 |
| 13 | MV. GH FORTUNE         | GESURI LLOYD, PT                            | 39709 | 225    | 26-11-16 8:00   | 29-11-16 18:20 | 04-12-16 18:35 |
| 14 | MV. AMOY ACTION        | PANCARAN HALUAN SAMUDERA, PT                | 33044 | 185.64 | 27-11-16 8:10   | 28-11-16 18:24 | 04-12-16 12:10 |

*Sumber: Data Labuh Divisi Pelayanan Kapal Tanjung Perak (diolah kembali)*

Kegiatan rapat penyandaran di Tanjung Perak dilakukan dengan skala harian yang bertempat di Pusat Pelayanan Satu Atap (PPSA) Tanjung Perak. Kegiatan tersebut meliputi seluruh kegiatan penyandaran yang ada pada daerah operasi manajemen Pelindo III Cabang Tanjung Perak (Terminal Jamrud, Nilam, Mirah). Kegiatan rapat penyandaran dilaksanakan untuk menentukan lokasi tambat kapal-kapal yang akan sandar di pelabuhan. Kegiatan tersebut diikuti oleh beberapa pihak terkait diantaranya:

- Agen kapal/pelayaran: penyertaan dokumen kapal untuk kepentingan sandar
- Pihak terminal yang ada di area operasi manajemen Pelindo III cabang Tanjung Perak: pelaporan kapasitas terminal, kinerja bongkar muat, kondisi antrian kapal
- Pihak perencana tambatan pelabuhan: pembuatan rencana tambatan harian (meliputi kade tambatan, seluruh terminal di bawah operasi Pelindo III cabang Tanjung Perak).



*Sumber: Data Primer PPSA Tanjung Perak (diolah kembali)*

Gambar 4-2 Diagram Proses Kegiatan Rapat penyandaran di Pelabuhan Tanjung Perak

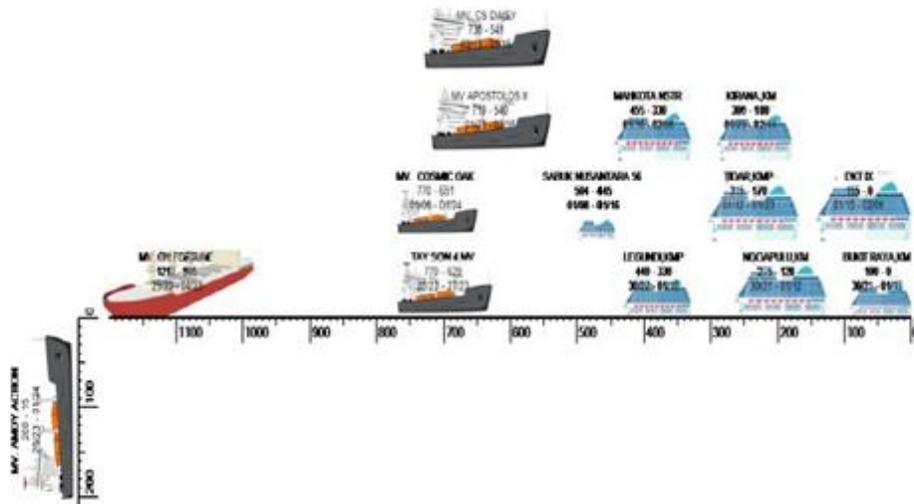
Sebelum rapat penyandaran dilakukan, sebuah kapal yang akan sandar di Pelabuhan Tanjung Perak terlebih dulu melakukan pemberitahuan kedatangan di area penjangkaran dan pelaksanaan proses kegiatan administrasi dokumen-dokumen kapal oleh agen pelayaran kepada pihak pelabuhan (1a) dan otoritas pelabuhan (1b). Proses dokumen kepada pihak terminal Jamrud dilakukan oleh agen kapal, yaitu konfirmasi jenis muatan yang dibawa oleh kapal beserta ukuran utama kapal yang akan sandar (1c). Hal tersebut dipergunakan untuk pihak terminal Jamrud agar lama waktu bongkar muat kapal di dermaga dapat diperkirakan.

Pada kegiatan rapat penyandaran, laporan kapasitas terminal dan kegiatan terminal kepada PPSA pelabuhan dilakukan oleh pihak terminal (2). Kegiatan tersebut berdasarkan kegiatan awal agen-agen kapal di terminal untuk mempermudah perencanaan tambatan dalam perencanaan tambatan dan antrian tambat/sandar. Pada kegiatan (3), rencana tambatan bertugas atas susunan jadwal rencana tambat dan antrian tambat bersama pihak terkait (agen kapal, terminal). Hasil rapat penyandaran digunakan sebagai acuan bersama oleh pihak kapal, terminal, dan rencana tambatan untuk kurun waktu tertentu.

### **4.2.3 Kondisi Saat ini Alokasi Tambatan di Terminal Jamrud**

Kegiatan alokasi tambatan yang meliputi kegiatan rapat penyandaran berpengaruh nantinya terhadap dimana kapal disandarkan pada dermaga dan jadwal kapal selanjutnya yang akan tambat di dermaga. Pelabuhan Tanjung Perak dalam membuat alokasi tambatan di setiap terminalnya, dilakukan secara terpusat yang kemudian dibagi/diarahkan ke terminal yang ada di Tanjung Perak (Mirah, Jamrud, Nilam) berdasarkan jenis muatannya. Khususnya pada terminal Jamrud, dermaga telah dibagi berdasarkan muatan tertentu yang ditandai dengan kade meter sesuai dengan ketentuan yang berlaku, dengan kata lain dermaga pada terminal telah ditentukan/ditujukan untuk muatan atau jenis kapal tertentu.

Hasil rapat penyandaran berupa jadwal jendela tambatan atau antrian kapal yang dibuat untuk rentang satu hari. Kapal-kapal yang ikut dalam pembuatan rapat penyandaran adalah kapal yang telah memasukkan dokumen sesuai antrian. Berdasarkan Surat Edaran No: SE.8/PJ.04/TPR-2013 tentang penataan terminal di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, tercantum aturan yang menyebutkan bahwa: “Dalam kondisi tertentu, apabila kondisi dermaga kosong untuk jenis cargo sesuai hasil penataan (klusterisasi terminal), dapat dipergunakan untuk sandar kapal jenis komoditi lain.” Hal tersebut mengindikasikan tentang pemanfaatan dermaga yang kosong untuk efektivitas dermaga yang dimiliki oleh terminal di Pelabuhan Tanjung Perak. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian mengenai simulasi tentang pengoptimalan dermaga dengan menggunakan sebuah rumus matematis dengan tujuan pengoptimalan penggunaan dermaga, dengan turut memperhatikan batasan mengenai jenis muatan terhadap dermaga tambatan.



Sumber: Rapat penyandaran PPSA Tanjung Perak 2016

Gambar 4-3 Visualisasi Rencana Tambat Kapal Berdasarkan Hasil Rapat penyandaran (Jamrud Utara/Barat)

Tabel 4-2 Contoh Rapat penyandaran Jamrud Utara/Barat 1 Hari (1 Desember 2016)

| No                           | Nama Kapal                 | LoA | Posisi   | Closing Time  | Muatan |       |          | Keterangan                      |
|------------------------------|----------------------------|-----|----------|---------------|--------|-------|----------|---------------------------------|
|                              |                            |     |          |               | B      | M     | Komoditi |                                 |
| <b>JAMRUD UTARA</b>          |                            |     |          |               |        |       |          |                                 |
| 1                            | BUKIT RAYA, KM             | 100 | 0-100    | 30/21-01/15   | PNP    | PNP   | PNP      | PONTIANAK-PP                    |
| -                            | DHARMA KARTIKA IX, KMP     | 155 | 0-155    | 01/15 - 02/06 | PNP    | PNP   | PNP      | EX.BUKIT RAYA / BALIKPAPAN - PP |
| 2                            | NGGAPULU, KM               | 147 | 128-275  | 30/21 - 01/12 | PNP    | PNP   | PNP      | PRIOK - MAUMERE                 |
| -                            | TIDAR, KMP                 | 145 | 170-315  | 01/12 - 01/24 | PNP    | PNP   | PNP      | EX.NGGAPULU / PRIOK - MAKASSAR  |
| -                            | KIRANA, KM                 | 120 | 180-300  | 01/24 - 02/11 | PNP    | PNP   | PNP      | EX.TIDAR / B.MASIN - PP         |
| 3                            | LEGUNDI, KMP               | 110 | 330-440  | 30/22 - 01/16 | PNP    | PNP   | PNP      | REDE - LEMBAR                   |
| -                            | MAHKOTA NUSANTARA, KMP     | 125 | 330-455  | 01/16 - 02/08 | PNP    | PNP   | PNP      | EX.SABUK NSTR 57 / ENDE - PP    |
| 4                            | SABUK NUSANTARA 56         | 58  | 445-504  | 01/08 - 01/16 | PNP    | PNP   | PNP      | MASALEMBU - PP                  |
| 5                            | TAY SON 4, MV              | 141 | 629-770  | 22/24 - 27/24 |        | 8103  |          | TEPUNG TAPIOKA                  |
| -                            | MV. COSMIC OAK             | 120 | 651-770  | 01/08 - 01/24 |        | 1324  | 487      | STEEL COILS/B PROYEK            |
| -                            | MV APOSTOLOS II            | 179 | 540-719  | 01/24 - 02/16 |        | 3354  |          | STEEL COILS                     |
| -                            | MV CS DAISY                | 190 | 541-730  | 02/16 - 05/16 |        | 25577 |          | STEEL BILLETS                   |
| 6                            | MV. GH FORTUNE             | 225 | 985-1210 | 29/23 - 04/23 |        | 28575 |          | SOYABEAN MEAL                   |
| <b>JAMRUD BARAT</b>          |                            |     |          |               |        |       |          |                                 |
| 1                            | MV. AMOY ACTION            | 186 | 15-200   | 28/23 - 01/24 |        | 27963 |          | STEEL PRODUCT                   |
| <b>ANTRIAN DOKUMEN KAPAL</b> |                            |     |          |               |        |       |          |                                 |
| 1                            | MV. JUNIOR                 | 229 | -        | -             |        | 11255 |          | GANDUM                          |
| 2                            | MV. COSMIC OAK             | 120 | -        | -             |        | 1324  |          | STEEL COILS-BARANG              |
| 3                            | MARITIME COACTION, MV      | 170 | -        | -             |        | 24500 |          | GARAM-CK                        |
| 4                            | MV. LIETTA                 | 190 | -        | -             |        | 40074 |          | STEEL BILLETS                   |
| 5                            | BOTTIGLIERI CHALLENGER, MV | 223 | -        | -             |        | 53144 |          | SOYABEAN MEAL                   |

Keterangan:

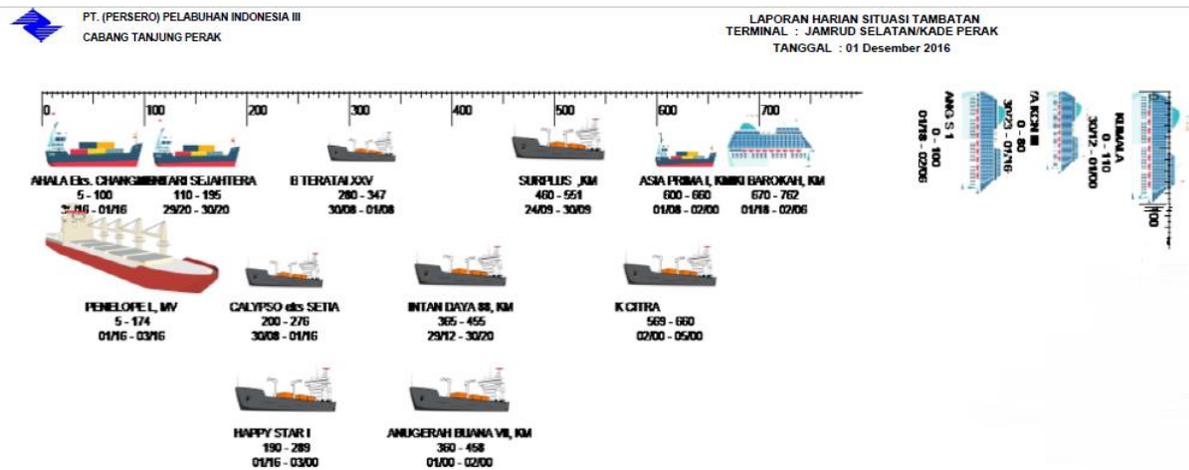
MC: Master Cable

JM: ETA Rede/ Jamuang

T: Dok. Tdk lengkap, L: Dok. Lengkap

Sumber: Data Rapat penyandaran PPSA Tanjung Perak (diolah kembali)

Gambar 4-3 merupakan contoh rencana alokasi tambatan yang dibuat oleh perencana tambatan untuk tanggal 1 Desember 2016 (Tabel 4-2). Pada kapal muatan barang umum dan curah kering, terdapat antrian tepat setelah MV. TAY SON 4 (LOA = 141m) adalah MV. COSMIC OAK (LOA = 120m). Sedangkan kapal lain yang juga sedang sandar adalah MV. GH FORTUNE (LOA = 225m). Terdapat jarak kosong antara MV. TAY SON 4 dengan MV. GH FORTUNE dimana dapat digunakan oleh kapal lain.



Gambar 4-4 Visualisasi Rencana Tambat Kapal Berdasarkan Hasil Rapat penyandaran (Jamrud Selatan)

Tabel 4-3 Contoh Rapat penyandaran Jamrud Selatan 1 Hari (1 Desember 2016)

| No | Nama Kapal              | LoA | Posisi  | Closing Time  | Muatan |      |                  | Keterangan              |
|----|-------------------------|-----|---------|---------------|--------|------|------------------|-------------------------|
|    |                         |     |         |               | B      | M    | Komoditi         |                         |
|    | <b>JAMRUD SELATAN</b>   |     |         |               |        |      |                  |                         |
| 1  | PAHALA eks. CHANGXIN 3  | 96  | 5-100   | 30/16 - 01/16 | 155    |      | CONT             |                         |
| -  | PENELOPE L, MV          | 169 | 5-174   | 01/16 - 03/16 | 15000  |      | GARAM-CK         | EX PAHALA+MENTARI SHTR  |
| 2  | MENTARI SEJAHTERA       | 85  | 110-195 | 29/20 - 30/20 | 60     | 150  | CONT/CONT        |                         |
| 3  | CALYPSO eks. SETIA      | 76  | 200-276 | 30/08 - 01/16 | 106    | 110  | CONT/CONT        | EX TIKALA/WINDOWS       |
| -  | HAPPY STAR I, KM        | 99  | 190-289 | 01/16 - 02/24 |        | 250  | CONT             | SU/ EX CALYPSO/ WINDOWS |
| 4  | BUNGA TERATAI XXV, KM   | 67  | 280-347 | 30/08 - 01/08 | 304    | 9    | GC/CONT          | EX TIKALA               |
| 5  | INTAN DAYA 88, KM       | 90  | 365-455 | 29/12 - 30/20 | 3344   |      | PULP             | PERUBAHAN               |
| -  | ANUGERAH BUANA VII, KM  | 98  | 360-458 | 30/24 - 01/24 | 3700   |      | PULP             | EX INTAN DAYA 88        |
| 6  | SURPLUS, KM             | 92  | 460-551 | 24/09 - 30/09 | 6500   |      | TEPUNG TAPIOKA   |                         |
| 7  | ASIA PRIMA I, KM        | 60  | 600-660 | 01/08 - 01/24 | 91     | 45   | CONT/GC          |                         |
| -  | KARYA CITRA 8, KM       | 91  | 569-660 | 01/24 - 04/24 |        | 3000 | CALCIUM CARBONAT | EX ASIA PRIMA           |
| 8  | NIKI BAROKAH, KM        | 92  | 670-762 | 01/18 - 02/06 | PNP    | PNP  | PNP              |                         |
|    | <b>KADE PERAK</b>       |     |         |               |        |      |                  |                         |
| 1  | KUMALA, KM              | 110 | 0-110   | 30/12 - 30/24 | PNP    | PNP  | PNP              |                         |
| -  | SATYA KENCANA III, KM   | 80  | 0-80    | 30/23 - 01/16 | PNP    | PNP  | PNP              |                         |
| -  | GERBANG SAMUDERA I, KMP | 100 | 0-100   | 01/18 - 02/06 | PNP    | PNP  | PNP              |                         |

*Sumber: Data Rapat penyandaran PPSA Tanjung Perak (diolah kembali)*

Gambar 4-4 merupakan rencana alokasi tambatan dermaga Jamrud Selatan yang dibuat oleh perencana tambatan untuk tanggal 1 Desember 2016. Pada dermaga Jamrud Selatan kade 0m-210m, diprioritaskan kapal dengan muatan yang membutuhkan HMC untuk bongkar muat dengan total panjang dermaga sepanjang 800m. Sedangkan dermaga Kade Perak diperuntukkan untuk kapal Ro-Ro/Penumpang.

### 4.3 Terminal Jamrud



Gambar 4-5 Pembagian Dermaga Terminal Jamrud Tanjung Perak

Pada pengoperasian terminal Jamrud, kapal penumpang dan Ro-Ro memiliki tambatan khusus sepanjang 400 meter di Jamrud Utara (terminal penumpang) serta 140 meter untuk kapal Ro-Ro (terminal Ro-Ro). Untuk kapal berjenis barang umum (*general cargo*), curah kering, curah cair (BBM), dan peti kemas dapat ditangani pada tambatan dermaga Jamrud Utara dan Selatan (tabel 3). Jamrud Utara diprioritaskan untuk muatan internasional sedangkan Jamrud Selatan diprioritaskan untuk muatan domestik, hal ini dikarenakan kedalaman kolam dermaga yang berbeda pada terminal Jamrud dimana Jamrud Utara memiliki kedalaman kolam yang lebih dalam (10m-11m) daripada Jamrud Selatan (8,5m-9m) sehingga dinilai dapat melayani mayoritas kapal internasional oleh perencanaan tambatan.

Tabel 4-4 Klusterisasi Dermaga Terminal Jamrud

| No | Dermaga        | Panjang/Kade Meter (m) | Kedalaman Kolam (m) | Jenis Kapal                           | Prioritas                |
|----|----------------|------------------------|---------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| 1  | Jamrud Utara   | 0-400                  | 10.0                | Penumpang                             | -                        |
|    |                | 400-800                | 11.0                | Barang Umum                           | Internasional            |
|    |                | 800-1200               | 11.0                | Curah Kering, Barang Umum             | Internasional            |
| 2  | Jamrud Barat   | 0-210                  | 7.0                 | Curah Kering, Curah Cair, Barang Umum | Internasional            |
| 3  | Jamrud Selatan | 0-210                  | 9.0                 | Curah Kering, Peti Kemas              | Domestik & Internasional |
|    |                | 210-800                | 8.5                 | Barang Umum                           | Domestik                 |
| 4  | Kade Perak     | 0-140                  | 7.5                 | Ro-Ro                                 | Domestik                 |

*Sumber: Data Primer dan Sekunder PPSA Tanjung Perak (Surat Edaran No: SE.8/PJ.04/TPR-2013 Tentang Penataan Terminal di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya)*

Terminal Jamrud difungsikan sebagai terminal umum yang melayani beberapa jenis barang, diantaranya adalah dengan jenis curah kering (pupuk, kedelai, garam), barang umum (plat besi, hewan), curah cair (BBM), dan tidak menutup kemungkinan melayani muatan peti kemas domestik. Saat ini, terminal Jamrud dilengkapi oleh beberapa fasilitas dan peralatan sebagai berikut:

- 6 unit *Harbour Mobile Crane* (HMC) kapasitas 100 ton
- Gudang seluas 9.744 meter persegi
- Lapangan penumpukan 43,1 Ha
- Terminal penumpang 13.000 meter persegi

Tabel 4-4 menunjukkan pembagian dermaga untuk muatan tertentu di Terminal Jamrud. Dermaga Jamrud Utara pada kade 0m-400m digunakan khusus untuk kapal penumpang dan tidak boleh digunakan oleh kapal niaga. Sedangkan pada 400m-800m digunakan untuk kapal dengan muatan *general cargo* yang diprioritaskan menggunakan *ship crane* untuk bongkar muat, namun tidak menutup kemungkinan pada kade tersebut dapat bersandar kapal curah kering yang membutuhkan HMC (*Harbour Mobile Crane*) untuk bongkar muat. Pada kade 800m-1200m dapat diprioritaskan untuk tambat kapal yang membutuhkan HMC untuk bongkar muat.

Pada tahun 2016, Terminal Jamrud masih melayani muatan peti kemas domestik pada dermaga Jamrud Selatan. Jamrud Selatan secara khusus melayani muatan kapal domestik sepanjang dermaga (0m-800m).

#### **4.3.1 Jumlah Kapal dan Jenis Muatan Terlayani**

Data kapal terlayani di Terminal Jamrud Tanjung Perak diambil dari selama kurun waktu 6 bulan selama Januari 2016 hingga Agustus 2016. Pembagian didasarkan pada jenis muatan yang dibongkar/dimuat dari kapal yang sandar di Terminal Jamrud Tanjung Perak.

Berikut adalah pembagian jumlah kapal yang sandar di Terminal Jamrud Tanjung Perak, dibagi berdasarkan jenis muatan dan dermaga dimana kapal tersebut sandar.

Tabel 4-5 Data Kapal Sandar Dermaga Jamrud Utara/Selatan

| Jenis Muatan                            | Jumlah Kapal per Bulan (Jamrud Utara/Barat) |          |       |       |     |      |      |         |
|---|---|----------|-------|-------|-----|------|------|---------|
|   | Januari                                     | Februari | Maret | April | Mei | Juni | Juli | Agustus |
| General Cargo                           | 24  | 17       | 20    | 17    | 18  | 24   | 15   | 11      |
| Bag Cargo                               | 5   | 4        | 4     | 8     | 2   | 2    | 0    | 2       |
| Curah Kering                            | 19  | 15       | 13    | 16    | 15  | 14   | 10   | 12      |
| Curah Cair                              | 3   | 1        | 1     | 0     | 3   | 3    | 2    | 1       |
| Unitized                                | 1   | 0        | 1     | 0     | 1   | 2    | 0    | 1       |
| Total Jumlah Kapal per Bulan per Muatan | 52  | 37       | 39    | 41    | 39  | 45   | 27   | 27      |
| Σ Jumlah Kapal per Bulan                | 307   |          |       |       |     |      |      |         |

Sumber: Data Sandar Terminal Jamrud Tanjung Perak (diolah kembali)

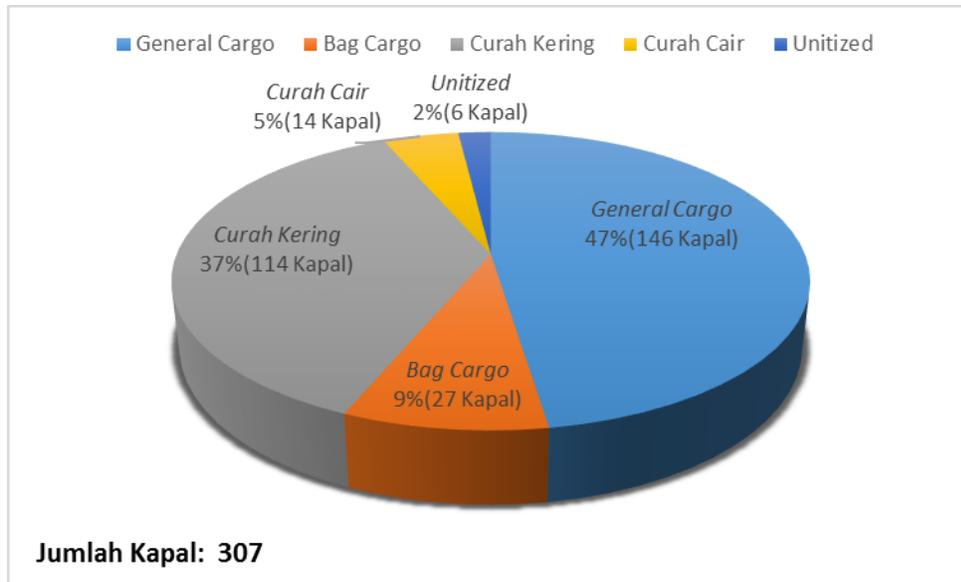
Tabel 4-6 Data Kapal Sandar Dermaga Jamrud Selatan

| Jenis Muatan                            | Jumlah Kapal per Bulan (Jamrud Selatan) |          |       |       |     |      |      |         |
|---|---|----------|-------|-------|-----|------|------|---------|
|   | Januari                                 | Februari | Maret | April | Mei | Juni | Juli | Agustus |
| General Cargo                           | 25                                      | 18       | 17    | 30    | 14  | 19   | 19   | 24      |
| Bag Cargo                               | 6                                       | 3        | 4     | 3     | 2   | 3    | 1    | 2       |
| Curah Kering                            | 2                                       | 2        | 3     | 5     | 8   | 4    | 4    | 1       |
| Curah Cair                              | 0                                       | 1        | 2     | 3     | 0   | 1    | 0    | 0       |
| Unitized                                | 7                                       | 9        | 12    | 11    | 6   | 11   | 6    | 3       |
| Peti Kemas                              | 23                                      | 24       | 16    | 27    | 28  | 20   | 13   | 24      |
| Total Jumlah Kapal per Bulan per Muatan | 63                                      | 57       | 54    | 79    | 58  | 58   | 43   | 54      |
| Σ Jumlah Kapal per Bulan                | 466                                     |          |       |       |     |      |      |         |

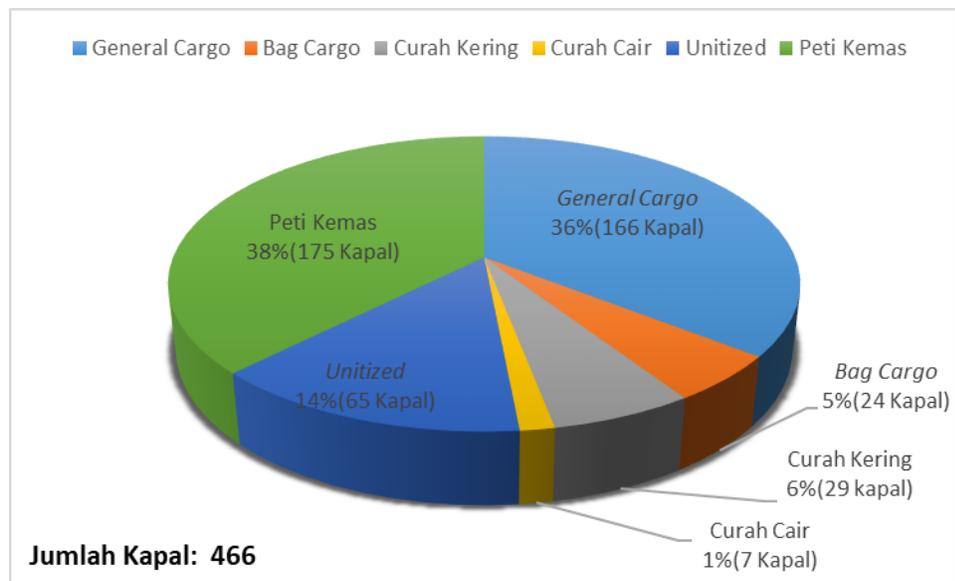
Sumber: Data Sandar Terminal Jamrud Tanjung Perak (diolah kembali)

Berdasarkan data tabel diatas diketahui bahwa dalam kurun waktu 6 bulan, terdapat 466 kapal yang dilayani untuk kegiatan bongkar/muat di dermaga Jamrud Selatan (800 m), lebih banyak jika dibandingkan dengan dermaga Jamrud Utara/Barat sebanyak 307 kapal.

Berikut adalah persentase kapal yang dilayani Terminal Jamrud dalam bentuk *pie diagram* dimana dermaga Jamrud Utara/Barat didominasi oleh muatan *general cargo* sebanyak 47% atau 146 kapal dari total 307 Kapal sedangkan pada dermaga Jamrud Selatan terdapat muatan peti kemas dengan persentase terbanyak yaitu 38% atau sebanyak 166 kapal dari total 466 kapal yang sandar di dermaga Jamrud Selatan.



Gambar 4-6 Persentase Jenis Kapal Terlayani di Jamrud Utara/Barat (Jan-Ags 2016)



Gambar 4-7 Persentase Jenis Kapal Terlayani di Jamrud Selatan (Jan-Ags 2016)

### 4.3.2 Kecepatan Bongkar Muat Terminal Jamrud

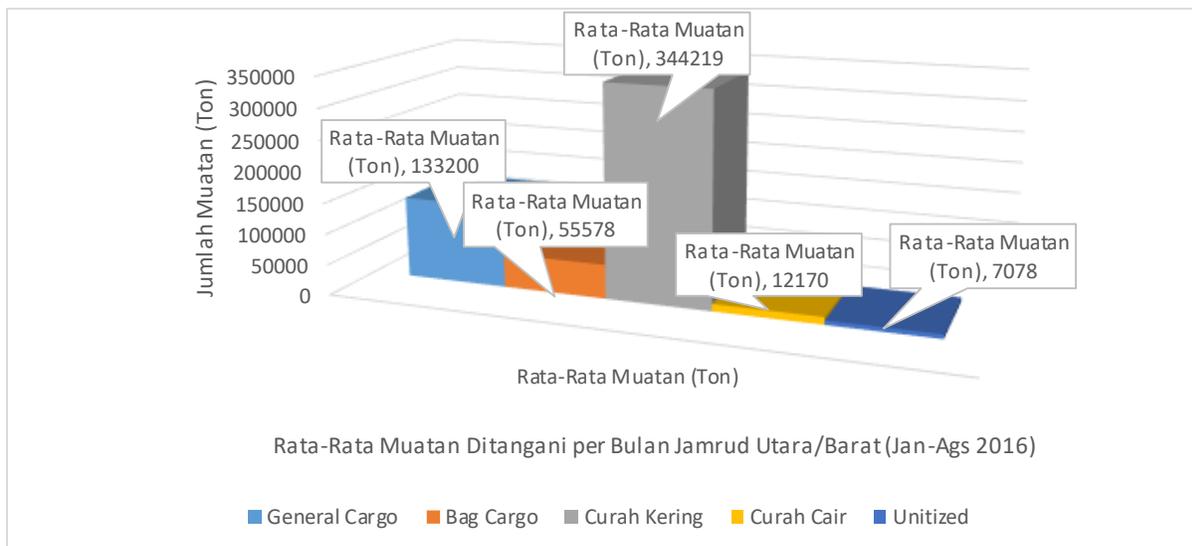
Dalam proses bongkar muat, standar yang digunakan oleh Pelabuhan Tanjung Perak adalah Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Tentang Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan tahun 2011. Dalam penerapannya, Terminal Jamrud hanya mengesampingkan standar pada peti kemas.

Tabel 4-7 Standar Kecepatan Bongkar Muat Pelabuhan Tanjung Perak

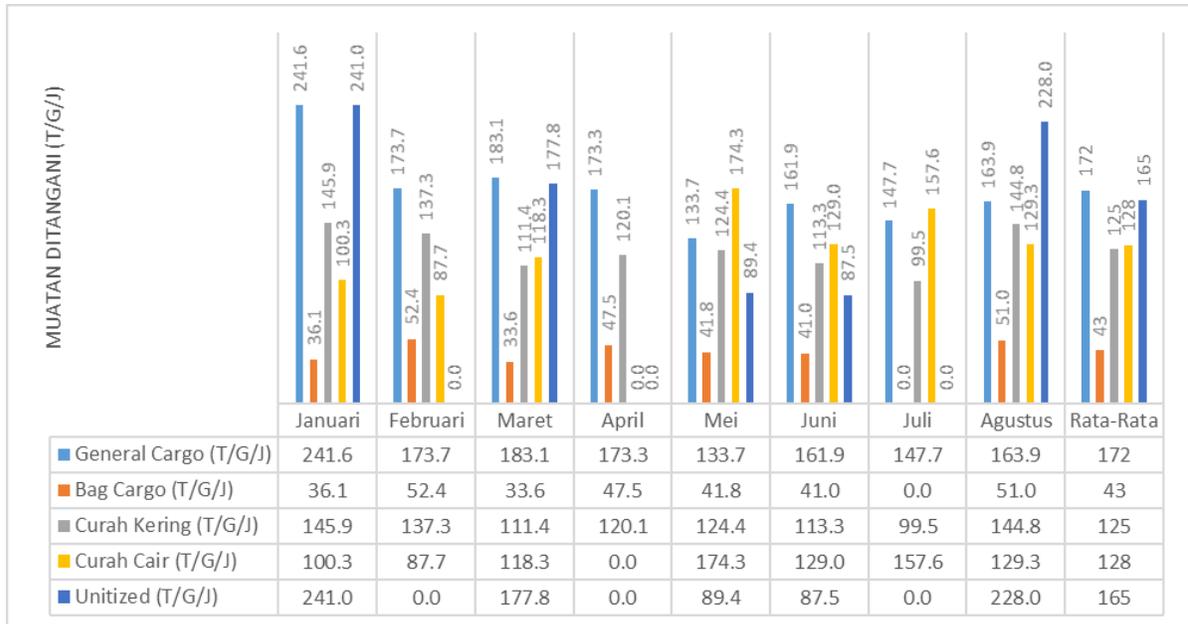
| Lokasi          | General Cargo<br>(T/G/J) | Bag Cargo<br>(T/G/J) | Standar UN<br>(T/G/J) | Curah Cair<br>(T/J) | Curah Kering<br>(T/J) | Peti Kemas<br>(B/C/H) |
|-----------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Terminal Jamrud | 35                       | 40                   | 50                    | 125                 | 100                   | 10                    |

Sumber: [www.pelindo.co.id](http://www.pelindo.co.id)

Pada 2016, didapat data kecepatan bongkar muat selama Januari-Desember untuk muatan *general cargo*, *bag cargo*, curah kering, curah cair, dan *unitized*. Data yang didapat adalah secara umum keseluruhan dengan menggabungkan data alat HMC (*Harbour Mobile Crane*) untuk muatan curah kering/*general cargo*/*bag cargo*, kran kapal untuk muatan *general cargo*/*bag cargo*, dan pipa untuk curah cair.



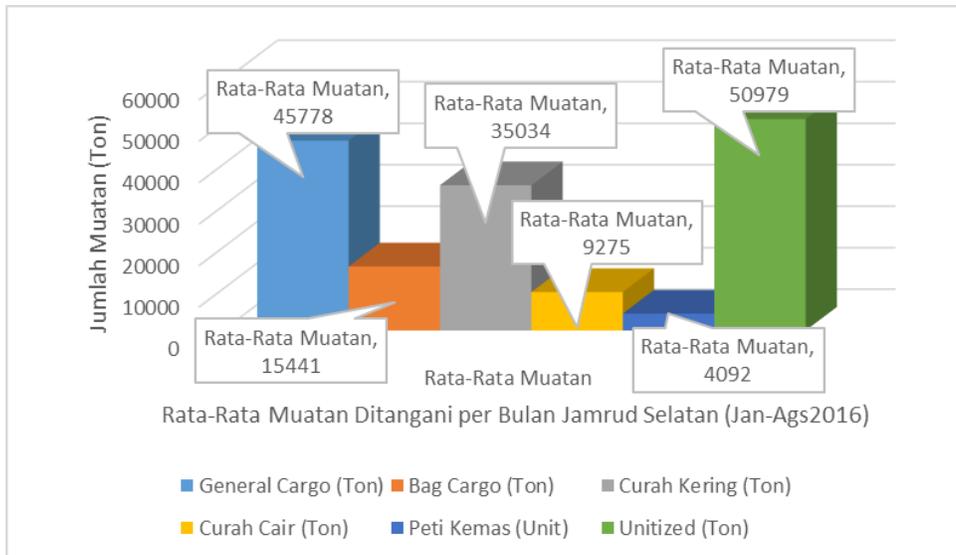
Gambar 4-8 Jumlah Muatan Ditangani Jamrud Utara/Barat (Jan-Ags 2016)



Gambar 4-9 Kecepatan Bongkar Muat Dermaga Jamrud Utara/Barat Tahun 2016

Dijelaskan pada Gambar 4-8 dan Gambar 4-9 bahwa tingkat rata-rata produktivitas bongkar muat tertinggi selama periode Januari-Agustus 2016 adalah jenis muatan *general cargo* dengan 172 Ton/Gang/Jam dengan rata-rata muatan yang ditangani sebanyak 133200 ton/bulan. Rata-rata kecepatan bongkar-muat untuk muatan *bag cargo*, curah kering, curah cair, *unitized* secara berurutan adalah 43 Ton/Gang/Jam, 125 Ton/Gang/Jam, 128 Ton/Gang/Jam, dan 165 Ton/Gang/Jam yang nantinya akan digunakan sebagai variabel kecepatan bongkar/muat kapal di dermaga Jamrud Utara/Barat dan dipergunakan nanti dalam perhitungan lama waktu sandar kapal di dermaga Jamrud Utara/Barat.

Sedangkan rata-rata muatan yang ditangani untuk muatan *bag cargo*, curah kering, curah cair, *unitized* secara berurutan adalah 55578 ton/bulan, 344219 ton/bulan, 12170 ton/bulan, 7078 ton/bulan.



Gambar 4-10 Jumlah Muatan Ditangani Jamrud Utara/Barat (Jan-Ags 2016)



Gambar 4-11 Kecepatan Bongkar Muat Dermaga Jamrud Selatan Tahun 2016

Gambar 4-10 dan Gambar 4-11 memperlihatkan bahwa pada dermaga Jamrud Selatan tingkat rata-rata produktivitas bongkar muat tertinggi selama periode Januari-Agustus 2016 adalah jenis muatan *unitized* dengan 212 Ton/Gang/Jam dengan rata-rata muatan yang ditangani sebanyak 50979 ton/bulan. Rata-rata kecepatan bongkar-muat untuk muatan peti kemas adalah 10 ton B/C/H, sedangkan untuk jenis muatan *general cargo*, *bag cargo*, curah kering, dan curah cair secara berurutan adalah 61 Ton/Gang/Jam, 48 Ton/Gang/Jam, 107 Ton/Gang/Jam, dan 154 Ton/Gang/Jam. Kecepatan rata-rata yang diperoleh dari data tersebut

nantinya akan digunakan sebagai variabel kecepatan bongkar/muat kapal di dermaga Jamrud Selatan dan dipergunakan nanti dalam perhitungan lama waktu sandar kapal di dermaga Jamrud Selatan.

Banyaknya muatan yang ditangani untuk jenis muatan peti kemas adalah 4092 unit/bulan, sedangkan rata-rata muatan yang ditangani untuk muatan *general cargo*, *bag cargo*, curah kering, dan curah cair secara berurutan adalah 45778 ton/bulan, 15441 ton/bulan, 35034 ton/bulan, 9275 ton/bulan.

*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

## BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan perencanaan alokasi sandar kapal baik dermaga Jamrud Utara/Barat atau Jamrud Selatan, terdapat beberapa hal yang menjadi pertimbangan pihak perencana tambatan diantaranya:

- 1) Prioritas kedatangan kapal berdasarkan waktu labuh.
- 2) Kesiapan pihak kapal untuk sandar.
- 3) Penempatan lokasi (kade) sandar kapal di dermaga berdasarkan jenis muatan
- 4) Terbatasnya zona dermaga dengan panjang kapal.
- 5) Keberadaan kapal yang sedang sandar di dermaga Terminal Jamrud.

Poin 1) dan 2) digunakan oleh perencana kapal untuk menentukan kapan sebuah kapal akan disandarkan, dalam hal ini poin 2) merupakan faktor non-teknis sehingga tidak diperhitungkan dalam lingkup penelitian. Dalam penelitian ini bertujuan meminimalkan waktu tunggu kapal dari labuh hingga sandar, sehingga kapal dapat mempersingkat lama waktu kapal di pelabuhan.

Poin 3) dan 4) digunakan untuk menentukan posisi kapal sandar di dermaga Jamrud Utara/Barat dan Jamrud Selatan dimana untuk dermaga Jamrud Utara/Barat terbagi pada kade 400-800 untuk muatan *general cargo*, *bag cargo*, *unitized* dan 800-1210 untuk muatan curah kering, curah cair. Pada penerapannya, pihak perencana tidak sepenuhnya berpegang pada ketentuan tersebut sehingga terdapat kapal yang sandar diluar zona sandar yang telah ditetapkan.

Tabel 5-1 Contoh *overlap* penempatan kapal pada rapat penyandaran (3 Juni 2016)

|    |                        |            |                |                      | Muatan     |     |                |                           |
|----|------------------------|------------|----------------|----------------------|------------|-----|----------------|---------------------------|
| No | Nama Kapal             | LoA        | Posisi         | Closing Time         | B          | M   | Komoditi       | Keterangan                |
|    | <b>JAMRUD UTARA</b>    |            |                |                      |            |     |                |                           |
| 3  | KMP ASIA INNOVATOR     | 133        | 324-457        | 02/19 - 03/08        | PNP        | PNP | PNP            | REDE-LABUAN BAJO          |
| -  | <b>BOW DIAMOND, MV</b> | <b>108</b> | <b>380-487</b> | <b>03/08 - 03/16</b> | <b>130</b> |     | <b>AMUNISI</b> | <b>EX. ASIA INNOVATOR</b> |
| -  | SANTIKA NUSANTARA, KM  | 145        | 330-475        | 03/19 - 04/12        | PNP        | PNP | PNP            | EX. BOW DIAMOND           |
|    |                        |            |                |                      |            |     |                |                           |
| 4  | TAN WAN XING, MV       | 127        | 508-635        | 01/18 - 03/08        | 6186       |     | STEEL BILLETS  | M. PERUBAHAN              |
| -  | DOLPHIN 15, MV         | 92         | 543-635        | 03/08 - 07/08        | 4233       |     | ASPAL-GC       | EX. TAN WAN XING          |

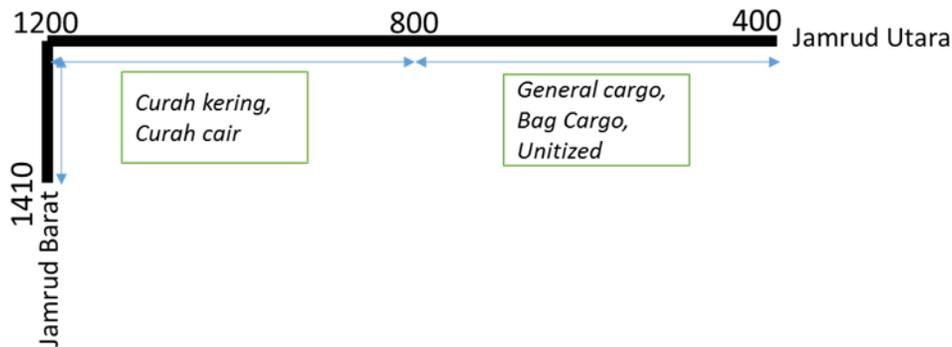
Terdapat dua hal utama dalam penyelesaian evaluasi alokasi sandar kapal yang dikerjakan pada penelitian ini, yaitu:

- Penentuan alokasi sandar kapal (waktu dan lokasi sandar)
- Bentuk perencanaan sandar (sebagai gambaran/visualisasi rencana sandar)

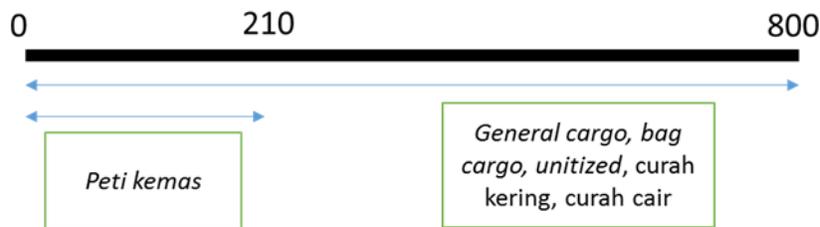
## 5.1 Gambaran Optimasi Alokasi Sandar Kapal

Pada bagian ini akan dibahas mengenai penentuan alokasi sandar Terminal Jamrud Tanjung Perak dengan fungsi tujuan minimasi lama waktu kapal di pelabuhan, termasuk di dalamnya waktu tunggu kapal dari labuh hingga sandar.

Seperti yang telah dibahas di bagian sebelumnya, Terminal Jamrud meliputi 2 bagian yaitu Jamrud Utara/Barat dan Jamrud Selatan yang pada dermaga tersebut kade dermaga telah dibagi/dialokasikan untuk kegiatan bongkar/muat jenis muatan tertentu.



Gambar 5-1 Pembagian Dermaga pada Jamrud Utara/Barat

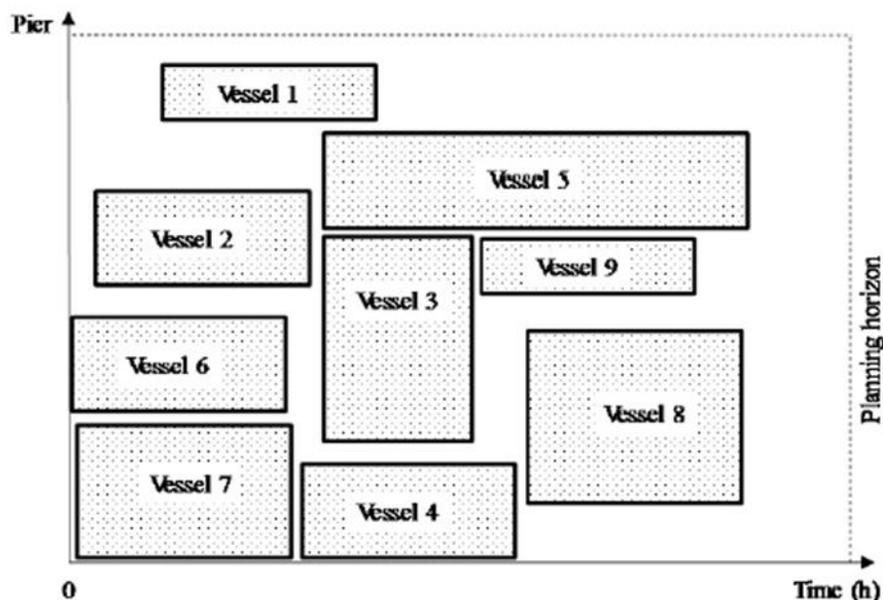


Gambar 5-2 Pembagian Dermaga pada Jamrud Selatan

Pada penelitian ini, digunakan metode optimasi program linier bilangan bulat (*integer linear programming*) dalam menggambarkan keadaan permasalahan penelitian. Namun terdapat beberapa batasan penelitian terkait model matematis yang diberikan, diantaranya:

- Faktor ketidaksiapan kapal setelah kapal labuh (kapal dianggap siap sandar dan menunggu untuk disandarkan setelah tercatat waktu labuhnya).
- Model matematis yang diusulkan bersifat hanya untuk satu keadaan yang ditentukan di awal perumusan model. Adapun jika diinginkan untuk situasi tertentu, maka model harus dimodifikasi berdasarkan kebutuhan/kondisi yang diinginkan.

Sebagai gambaran awal, sifat pembagian dermaga dalam permasalahan alokasi dermaga di Terminal Jamrud Tanjung Perak dikategorikan sebagai permasalahan alokasi tambatan kontinu/*continous berth allocation problem* (CBAP), dimana pada CBAP tambatan tidak terbagi-bagi (kontinu) sehingga kapal dapat tambat di posisi mana saja sepanjang dermaga.

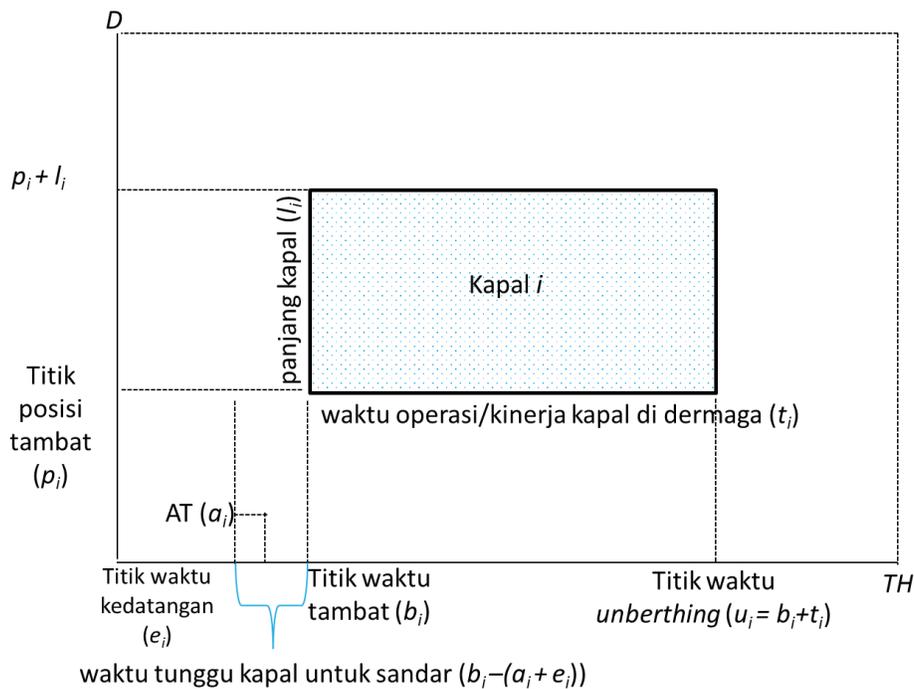


*Sumber:* (Ivan Bridi Gimenes Rodrigues, 2015)

Gambar 5-3 Gambaran CBAP

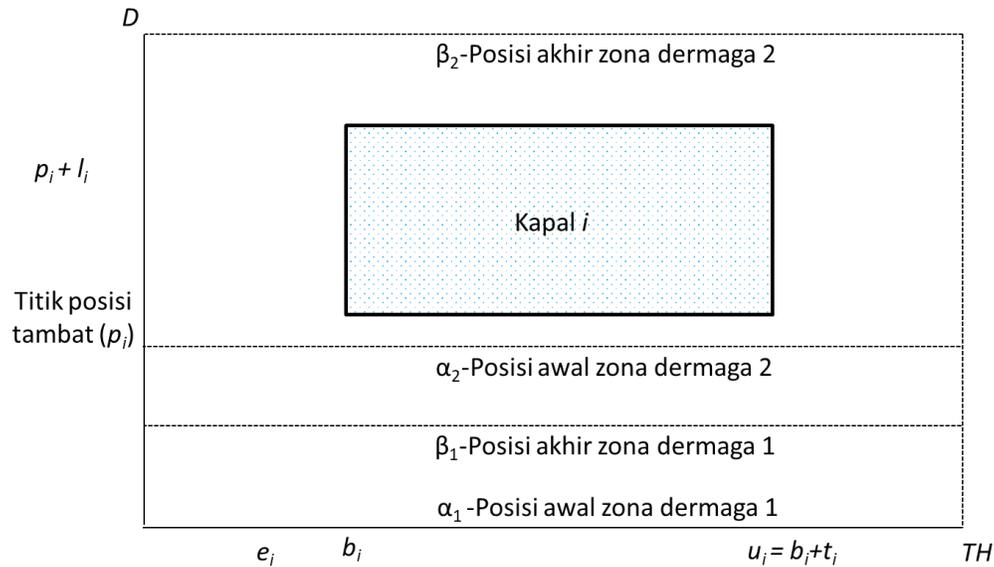
Pada permasalahan ini, permasalahan CBAP pada Terminal Jamrud ditambahkan batasan berupa pembagian dermaga (zona) atas jenis muatan. Namun tambatan dermaga tetap tidak dibatasi dalam bentuk satu tambatan saja. Dengan kata lain, sebuah zona dermaga dapat disandari oleh satu atau beberapa kapal selama tetap memenuhi batas pembagaian dermaga.

Gambar berikut merupakan gambaran terhadap parameter utama dan variabel keputusan (*decision variable*) yang ada pada model. Sumbu X mewakili satuan waktu, dan sumbu Y mewakili panjang dermaga pada diagram. Sebuah kapal  $i$  digambarkan dalam sebuah persegi dimana pada sisi sumbu Y terdapat panjang  $l_i$ , dan pada sisi sumbu X terdapat waktu operasi (kegiatan di dermaga)  $t_i$ . Waktu kedatangan kapal (labuh)  $e_i$ , dan waktu sandar  $b_i$ . Sehingga waktu tunggu sebuah kapal hingga sandar adalah  $b_i - e_i$  dan selesai sandar  $u_i = b_i + t_i$ . Sedangkan posisi/titik kapal bertambat adalah  $p_i$  dan menempati dermaga dari  $p_i$  hingga  $p_i + l_i$ .



Gambar 5-4 Parameter Utama dan Variabel Keputusan Model Matematis

Permasalahan selanjutnya adalah terkait penempatan kapal yang disesuaikan dengan pembagaian zona dermaga atas jenis muatan (Gambar 5-1 dan Gambar 5-2). Pada Gambar 5-5 terdapat diagram skema penempatan kapal di dermaga berdasarkan jenis muatan. Sebagai gambaran, zona dermaga 1 berawal pada bagian/kade awal dermaga yaitu  $\alpha_1$ , dan berakhir pada  $\beta_1$ . Zona dermaga 2 berawal pada  $\alpha_2$  dan berakhir pada  $\beta_2$ .



Gambar 5-5 Gambar Pembagian Dermaga Atas Jenis Muatan

### 5.1.1 Penentuan Alokasi Sandar Kapal di Dermaga

Dalam teknis pengerjaan diagram perencanaan, kapal-kapal yang akan disandarkan dalam perencanaan tidak diperbolehkan bersinggungan secara waktu dan posisi (kade). Telah dijelaskan pada sub bab 3.2.3 bahwa terdapat dua variabel penentu agar kapal-kapal yang disandarkan tidak bersalipan (*overlap*).

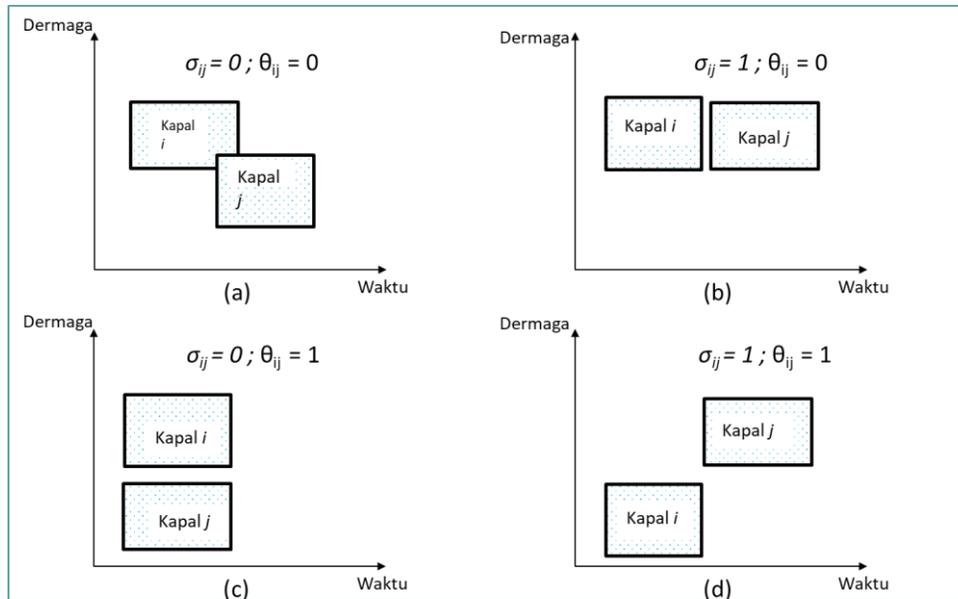
Pada sub bab 3.2.3 dijelaskan,  $\sigma_{ij}$  adalah variabel biner terhadap waktu, dimana akan bernilai 1 jika kapal  $j \in N$  sandar tepat di sebelah kanan (Sumbu X) dari kapal  $i \in N$  (tidak *overlap*) yang ada pada diagram perencanaan. Sebaliknya, bernilai 0 jika *overlap* secara waktu (Sumbu X)

Sedangkan  $\theta_{ij}$  adalah variabel biner terhadap posisi dermaga. Bernilai 1 jika kapal  $j \in N$  sandar tepat di sebelah atas (Sumbu Y) dari kapal  $i \in N$  (tidak *overlap*) yang ada pada diagram perencanaan. Sebaliknya, bernilai 0 jika *overlap* secara posisi (Sumbu Y)

Pada 3.2.5 telah disebutkan akan batasan terkait penentuan waktu dan lokasi (kade) sandar antar kapal, dimana pada batasan tersebut menjelaskan bahwa kapal tidak diperbolehkan bersalipan (*overlap*) pada posisi waktu tambat dan kade tambat.

$$\sigma_{ij} + \sigma_{ji} + \theta_{ij} + \theta_{ji} \geq 1 \quad \forall i, j \in N, i \neq j \quad (4)$$

Batasan (4) membutuhkan setidaknya nilai 1 pada penjumlahan variabel-variabel tersebut, untuk memastikan tidak ada yang saling bersalipan (*overlap*) antar kapal pada sumbu X dan sumbu Y pada diagram perencanaan.



Gambar 5-6 Gambaran Penjelasan Batasan (4)

Sebagai contoh, pada Gambar 5-6 (a) menunjukkan sebuah situasi dimana pada sumbu X, kapal  $j$  dalam kondisi *overlap* dengan kapal  $i$ . Pada situasi ini digambarkan bahwa,  $\sigma_{ij} = 0$  dikarenakan kapal  $j$  berada tidak sepenuhnya di sebelah kanan dan  $\sigma_{ji} = 0$  dikarenakan kapal  $i$  tidak berada di sebelah kanan kapal  $j$ . Pada sumbu Y, nilai  $\theta_{ij} = 0$  dikarenakan kapal  $j$  tidak berada di atas kapal  $i$ , serta  $\theta_{ji} = 0$  dikarenakan kapal  $i$  tidak sepenuhnya berada di atas kapal  $j$ . Maka dari itu batasan (4) bernilai 0 atau  $\sigma_{ij} + \sigma_{ji} + \theta_{ij} + \theta_{ji} = 0$

Pada Gambar 5-6 (b), kondisi pada sumbu X menunjukkan kapal  $j$  berada sepenuhnya disebelah kanan kapal  $i$  ( $\sigma_{ij} = 1$ ) dan kapal  $i$  tidak berada di sebelah kanan kapal  $j$  ( $\sigma_{ji} = 0$ ). Sedangkan pada sumbu Y, kapal  $i$  sejajar (tidak berada di atas) kapal  $j$  ( $\theta_{ij} = 0$ ) dan kapal  $j$  juga sejajar (tidak berada di atas) kapal  $i$  ( $\theta_{ji} = 0$ ). Maka dari itu batasan (4) bernilai 2 atau  $\sigma_{ij} + \sigma_{ji} + \theta_{ij} + \theta_{ji} = 1 \geq 1$  dan dikatakan *feasible*.

Pada Gambar 5-6 (c), terdapat kondisi berbeda dimana pada sumbu X kapal  $j$  berada sepenuhnya disebelah kanan kapal  $i$  ( $\sigma_{ij} = 1$ ) dan kapal  $i$  tidak berada di sebelah kanan kapal  $j$

( $\sigma_{ji} = 0$ ). Sedangkan pada sumbu Y, kapal  $i$  berada sepenuhnya di atas kapal  $j$  ( $\theta_{ij} = 1$ ) dan kapal  $j$  tidak berada di atas kapal  $i$  ( $\theta_{ji} = 0$ ). Maka dari itu batasan (4) bernilai 2 atau  $\sigma_{ij} + \sigma_{ji} + \theta_{ij} + \theta_{ji} = 2 \geq 1$  dan dikatakan *feasible*.

Pada Gambar 5-6 (d), terdapat kondisi berbeda dimana pada sumbu X kapal  $j$  berada sepenuhnya disebelah kanan kapal  $i$  ( $\sigma_{ij} = 1$ ) dan kapal  $i$  tidak berada di sebelah kanan kapal  $j$  ( $\sigma_{ji} = 0$ ). Sedangkan pada sumbu Y, kapal  $j$  berada sepenuhnya di atas kapal  $i$  ( $\theta_{ij} = 1$ ) dan kapal  $i$  tidak berada di atas kapal  $j$  ( $\theta_{ji} = 0$ ). Maka dari itu batasan (4) bernilai 2 atau  $\sigma_{ij} + \sigma_{ji} + \theta_{ij} + \theta_{ji} = 2 \geq 1$  dan dikatakan *feasible*.

## 5.2 Penentuan Evaluasi Alokasi Sandar

Dalam pelaksanaan evaluasi sandar pada penelitian ini, telah dilakukan analisis pada bulan Juni, Juli, dan Agustus tahun 2016 yang disesuaikan dengan data terbaru yang diperoleh peneliti dari Terminal Jamrud Tanjung Perak terkait realisasi kinerja di dermaga, data labuh dari Divisi Pelayanan Kapal Tanjung Perak, serta data rapat penyandaran dari PPSA Tanjung Perak.

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan data realisasi yang telah dicapai oleh Terminal Jamrud baik di dermaga Jamrud Utara/Barat dan Jamrud Selatan. Evaluasi dilakukan dalam kurun waktu satu bulan untuk melihat secara keseluruhan perencanaan yang dilakukan dalam kurun waktu tersebut. Peneliti sengaja menggabungkan perencanaan ke dalam bentuk satu bulan agar mempermudah skema evaluasi. Namun demikian, tidak menutup kemungkinan evaluasi alokasi sandar dapat dilakukan dalam satuan waktu yang lain (hari,minggu,tahun).

Pengerjaan model matematis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak optimasi LINGO dengan mengubah model matematis yang digunakan ke dalam bahasa pemrograman yang digunakan oleh LINGO. Berikut adalah contoh pengerjaan model matematis dalam perangkat lunak optimasi LINGO:

```

Data:
!N (Kapal);
N=27;

!PD (Pembagian Dermaga);
PD=2;

!TH (Time Horizon/Rentang Waktu Perencanaan);
TH=@OLE('F:\TA\Kumpul\Baru\OLAHAN DATA TA 9 Jan 2017 AT.xlsx','TH_july');

!D (Panjang Dermaga);
D=1410;
enddata

sets:
kapal/1..N/:b, p, u, t, l, e, c,a;
pembagian_dermaga/1..PD/:awal, akhir;
gabung(kapal, kapal): sigma, teta;
endsets

data:
e=@OLE('F:\TA\Kumpul\Baru\OLAHAN DATA TA 9 Jan 2017 AT.xlsx','e_jul_tg11_31jul');
l=@OLE('F:\TA\Kumpul\Baru\OLAHAN DATA TA 9 Jan 2017 AT.xlsx','L_jul_tg11_31jul');
c=@OLE('F:\TA\Kumpul\Baru\OLAHAN DATA TA 9 Jan 2017 AT.xlsx','c_jul_tg11_31jul');
t=@OLE('F:\TA\Kumpul\Baru\OLAHAN DATA TA 9 Jan 2017 AT.xlsx','t_jul_tg11_31jul');
a=@OLE('F:\TA\Kumpul\Baru\OLAHAN DATA TA 9 Jan 2017 AT.xlsx','a_jul_tg11_31jul');
awal=400,800;
akhir=800,1410;

```

Gambar 5-7 Model Matematis Jamrud Utara/Barat dalam LINGO (Sets, Parameter, Variabel Keputusan)

```

!fungsi minimasi waktu tunggu kapal;
min=@sum(kapal(i):u(i)-e(i));

!constrain no overlap berthing time;
@for(gabung(i,j)|i#NE#j:b(j)-b(i)-t(i)-(sigma(i,j)-1)*TH>=0);
!constrain no overlap position;
@for(gabung(i,j)|i#NE#j:p(j)-p(i)-l(i)-(teta(i,j)-1)*D>=0);
!at least salah satu nooverlap terpenuhi;
@for(gabung(i,j)|i#NE#j:sigma(i,j)+sigma(j,i)+teta(i,j)+teta(j,i)>=1);
!constrain unberthing time;
@for(kapal(i):b(i)+t(i)=u(i));
!constrain horizon waktu di dermaga;
@for(kapal(i):(e(i)+a(i))<=b(i));
@for(kapal(i):b(i)<=(TH-t(i)));
!constrain posisi berth terletak pada wilayah yang diijinkan;
@for(kapal(i):p(i)>=awal(c(i)));
@for(kapal(i):p(i)<=akhir(c(i))-l(i));

!binary constrain;
@for(gabung(i,j):@bin(teta(i,j)));
@for(gabung(i,j):@bin(sigma(i,j)));

```

Gambar 5-8 Model Matematis Jamrud Utara/Barat dalam LINGO (Fungsi Tujuan,Batasan)

Pada pengerjaan model matematis dalam LINGO, digunakan fungsi @OLE untuk menghubungkan data dengan *spreadsheet*. Fungsi @for digunakan untuk menyatakan batasan (*constrain*), @bin untuk menyatakan fungsi biner, @sum merupakan fungsi penjumlahan ( $\Sigma$ )

Pada awal model terlebih dulu menjelaskan data diantaranya jumlah kapal, jumlah pembagian dermaga, panjang dermaga, dan jangka waktu perencanaan. Variabel keputusan yaitu posisi waktu sandar kapal (*b*) posisi kade sandar (*t*) dan posisi kade selesai sandar (*u*). Deklarasi masukan data (*input*) yaitu panjang kapal (*l*), waktu labuh kapal (*e*), dan jenis muatan kapal (*c*) dinyatakan sesudahnya (Gambar 5-7). Fungsi tujuan dan batasan dijelaskan pada Gambar 5-8.

Gambar 5-9 berikut merupakan contoh pengerjaan model matematis dalam LINGO pada dermaga Jamrud Selatan. Hal yang membedakan adalah penentuan panjang dermaga (*D*) serta penentuan  $\alpha$  (awal zona dermaga) dan  $\beta$  (akhir zona sermaga) yang merujuk pada Gambar 5-2. Fungsi tujuan dan batasan dalam model matematis dermaga Jamrud Selatan sama dengan dermaga Jamrud Utara.

```

Data:
!N (Kapal);
N=54;

!PD (Pembagian Dermaga);
PD=2;

!TH (Time Horizon/Rentang Waktu Perencanaan);
TH=@OLE('F:\TA\Kumpul\Baru\OLAHAN DATA TA 9 Jan 2017 AT.xlsx','TH_ags_js');

!D (Panjang Dermaga);
D=800;
enddata

sets:
kapal/1..N/:b, p, u, t, l, e, c,a;
pembagian_dermaga/1..PD/:awal,akhir;
gabung(kapal, kapal): sigma, teta;
endsets

data:

e=@OLE('F:\TA\Kumpul\Baru\OLAHAN DATA TA 9 Jan 2017 AT.xlsx','e_ags_js');
l=@OLE('F:\TA\Kumpul\Baru\OLAHAN DATA TA 9 Jan 2017 AT.xlsx','L_ags_js');
c=@OLE('F:\TA\Kumpul\Baru\OLAHAN DATA TA 9 Jan 2017 AT.xlsx','c_ags_js');
t=@OLE('F:\TA\Kumpul\Baru\OLAHAN DATA TA 9 Jan 2017 AT.xlsx','t_ags_js');
a=@OLE('F:\TA\Kumpul\Baru\OLAHAN DATA TA 9 Jan 2017 AT.xlsx','at_ags_js');
awal=0,0;
akhir=210,800;

```

Gambar 5-9 Model Matematis Jamrud Selatan dalam LINGO (Sets, Parameter, Variabel Keputusan)

### 5.2.1 Pembuatan Diagram Perencanaan

Diagram perencanaan dibuat sebagai alternative bantuan visualisasi atas hasil rapat penyandaran seperti pada sub bab 4.2.3. Pada penelitian ini digunakan perangkat lunak AutoCAD untuk membuat diagram perencanaan dengan masukan (*input*) berupa data titik waktu awal sandar kapal (*b*), titik awal tambat kapal (*p*). Dalam pembuatan diagram pada AutoCAD, panjang kapal (*l*) dan lama sandar (*t*) diubah terlebih dulu ke dalam satuan yang digunakan pada diagram.

Berikut asumsi umum dalam perhitungan pembuatan diagram perencanaan:

- Penentuan panjang sumbu X dan sumbu Y pada diagram:

Pada diagram ditentukan panjang sumbu X (5 cm/hari) dengan total panjang sebesar jangka waktu perencanaan dan sumbu Y ditentukan sebesar 25 satuan panjang untuk dermaga Jamrud Utara/Barat dan 20 satuan panjang untuk dermaga Jamrud Selatan.

Tabel 5-2 Contoh Penentuan Panjang Sumbu X dan Sumbu Y

| Ukuran Grafik AutoCAD |     |
|-----------------------|-----|
| Sb.X                  | 165 |
| Sb.Y                  | 25  |

Tabel 5-3 Pembagian Panjang Sumbu X dan Sumbu Y

| Koordinat X Grafik   |            | Koordinat Y Grafik  |            |
|----------------------|------------|---------------------|------------|
| Tanggal Mulai Sandar | Letak (cm) | Panjang Dermaga (m) | Letak (cm) |
| 30-Jun-16            | 0          | 400                 | 0          |
| 01-Jul-16            | 5          | 501                 | 2.5        |
| 02-Jul-16            | 10         | 602                 | 5          |
| 03-Jul-16            | 15         | 703                 | 7.5        |
| 04-Jul-16            | 20         | 804                 | 10         |
| 05-Jul-16            | 25         | 905                 | 12.5       |
| 06-Jul-16            | 30         | 1006                | 15         |
| 07-Jul-16            | 35         | 1107                | 17.5       |
|                      |            | 1208                | 20         |
|                      |            | 1309                | 22.5       |
|                      |            | 1410                | 25         |

- Penentuan panjang lama sandar kapal pada diagram

Panjang kapal pada sumbu X digunakan rumus:

$$t * \left( \frac{SbXn}{THn} \right)$$

Keterangan:

$t$  = Lama sandar kapal (jam)

$SbX_n$  = Panjang sumbu X bulan  $n$  (cm)

$TH_n$  = Jangka Waktu bulan  $n$  (jam)

- Penentuan panjang posisi kapal pada diagram

$$l * \left( \frac{SbYd}{Ad} \right)$$

Keterangan:

$t$  = Panjang kapal (m)

$SbY_d$  = Panjang sumbu Y dermaga  $d$  (cm)

$A_d$  = Panjang dermaga  $d$  (m)

- Penentuan Titik Koordinat pada Sumbu X

$$(CSbX * TS) + \text{Nilai Letak } TS$$

Keterangan:

$CSbX$  = Pengali sumbu X = 5/24 (cm/jam)

$TS$  = Tanggal Sandar (jam)

$$\text{Titik Kade Awal} * \left( \frac{SbYd}{Ad} \right) - Kd$$

Keterangan:

Titik Kade Awal (m)

$SbY_d$  = Panjang sumbu Y dermaga  $d$  (cm)

$A_d$  = Panjang dermaga  $d$  (m)

$Kd$  = Konstanta panjang dermaga  $d$

Secara umum, pada diagram/gambar perencanaan terdapat perbedaan antara hasil optimasi dengan kondisi realisasi yaitu titik awal waktu sandar ( $b$ ) dan titik akhir waktu sandar

( $u$ ) serta penempatan posisi kade awal sandar ( $p$ ) dan kade akhir sandar ( $p+l$ ) kapal di dermaga. Hal tersebut yang menjadi tolok ukur bagaimana penentuan perencanaan yang dilakukan oleh perencana sandar/tambat kapal dapat dikatakan baik dengan melihat dampak pada indikator waktu, biaya, dan penggunaan dermaga di Terminal Jamrud yang akan dibahas pada bab 5 ini. Adapun diagram perencanaan hasil optimasi akan dilampirkan pada penelitian ini.

### 5.3 Evaluasi Sandar Jamrud Utara/Barat

Terdapat beberapa perhitungan awal dan ketentuan/asumsi awal yang digunakan dalam evaluasi dermaga Jamrud Utara/Barat, diantaranya yaitu: kecepatan bongkar/muat, penggolongan jenis muatan terhadap dermaga, jumlah gang TKBM, serta penambahan *idle time* yang disamakan dengan data realisasi.

Pada evaluasi ini, terdapat pula ketentuan yang digunakan yaitu penggolongan hari perencanaan sandar berdasarkan tanggal labuh kapal (penggolongan berdasarkan minggu ke- $n$  kapal labuh).

Tabel 5-4 Asumsi Dasar pada Variabel Model Matematis Jamrud Utara/Barat

| Variabel                  | Realisasi   | Optimasi       |
|---------------------------|---|----------------|
| Titik Waktu Labuh         | Data Realisasi                                    | Data Realisasi |
| <i>Approaching Time</i>   | AT $\in$ (Titik Waktu Sandar - Titik Waktu Labuh) | 1 Jam          |
| Panjang Kapal             | LoA + 5m  | LoA + 5m       |
| Kec. Bongkar Muat         | Data Realisasi                                    | Data Realisasi |
| <i>Idle Time</i>          | Data Realisasi                                    | Data Realisasi |
| <i>Not Operating Time</i> | Data Realisasi                                    | Data Realisasi |

*Sumber: Data Realisasi Sandar Terminal Jamrud (Jamrud Utara) (diolah kembali)*

Pada Tabel 5-4, didapatkan asumsi dasar untuk variable dalam matematis untuk evaluasi alokasi sandar, dimana titik waktu labuh, kecepatan bongkar muat, *idle time*, dan *not operating time* yang digunakan dalam perhitungan lama sandar kapal di dermaga Jamrud Utara untuk muatan *general cargo*, *bag cargo*, curah kering, curah cair, *unitized* disamakan dengan data realisasi. Adapun variabel panjang kapal ( $l_i$ ) digunakan asumsi LoA yaitu LoA+5 meter yang disesuaikan dengan asumsi perhitungan pihak terminal Jamrud.

Tabel 5-5 Penggolongan Jenis Muatan Dermaga Jamrud Utara/Barat

| Kode Muatan   |      |
|---------------|------|
| Jenis Muatan  | Kode |
| General Cargo | 1    |
| Bag Cargo     | 1    |
| Curah Kering  | 2    |
| Curah Cair    | 2    |
| Unitized      | 1    |

Kode 1 merupakan kapal dengan jenis muatan yang akan disandarkan pada kade 400-800, sedangkan kode 2 disandarkan pada kade 800-1410. Penggolongan jenis muatan yang sandar pada kade 1200-1410 (Jamrud Barat) merupakan ketentuan peneliti untuk mempermudah proses optimasi.

Data yang menjadi masukan (*input*) dasar dan data yang diperlukan untuk perhitungan di dalam model adalah:

- Panjang kapal aman ( $l$ )
- Lama sandar di dermaga ( $t$ )

$$\frac{\text{Jumlah Muatan Bongkar Muat kapal } i \in N}{(\text{Kec. Bongkar Muat muatan } c \in C \times \text{Jumlah gang}) + NOT} + IT$$

Keterangan:

Kecepatan bongkar/muat = Rata-Rata Kec. B/M Jamrud Utara/Barat sesuai jenis muatan (Ton/Gang/Jam)

Jumlah gang = Jumlah gang dipakai pada Kapal  $i \in N$  Jamrud Utara/Barat

NOT = waktu *allowance* saat sandar (asumsi) (Jam)

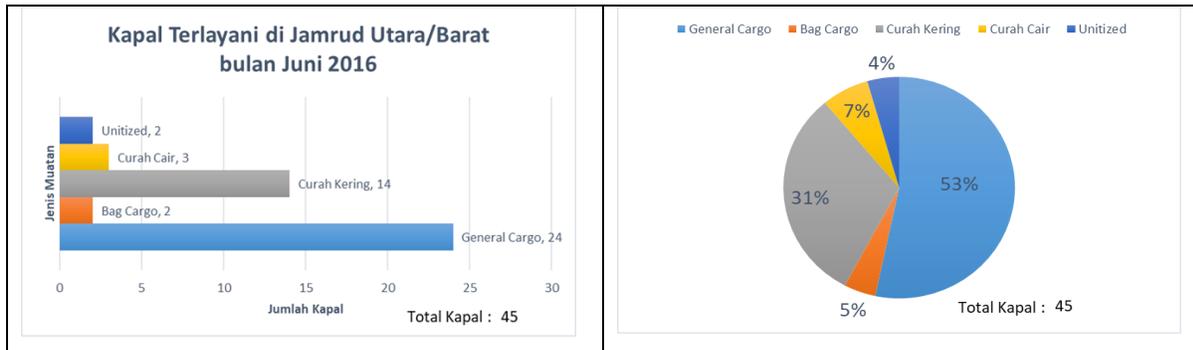
IT = waktu *idle* saat bongkar/muat (sesuai data realisasi) (Jam)

- Penggolongan jenis muatan terhadap dermaga ( $c$ ) merujuk pada Tabel 5-5
- Waktu labuh ( $e$ ) kapal  $i \in N$

Sedangkan data yang dihasilkan oleh model matematis (variabel keputusan) adalah waktu/titik waktu sandar ( $b$ ), waktu/titik waktu selesai sandar ( $u$ ), posisi/titik kade sandar ( $p$ )

### 5.3.1 Optimasi Evaluasi Bulan Juni 2016

Pada bulan Juni 2016 tercatat sejumlah 45 kapal yang sandar di dermaga Jamrud Utara/Barat. Muatan didominasi oleh jenis muatan *general cargo* sebesar 53% atau 24 kapal dari total 45 kapal. Hal ini mengindikasikan akan terjadi kepadatan pada kade 400-800.



Gambar 5-10 Data Kapal Masuk di Dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Juni 2016

Perencanaan bulan Juni 2016 pada dermaga Jamrud Utara/Barat dimulai pada 1 Juni hingga 30 Juni. Namun terdapat beberapa kapal pada akhir bulan Mei (27-31 Mei) yang sandar hingga bulan Juni, sehingga kapal-kapal tersebut perlu dievaluasi untuk mengetahui posisi waktu dan kade yang optimal untuk kapal-kapal yang sandar di minggu pertama bulan Juni.

Terdapat 5 kapal yang sandar pada akhir bulan Mei yang turut diperhitungkan dalam model karena turut menentukan posisi sandar kapal-kapal yang sandar dengan jumlah kapal yang akan disandarkan terbagi sebanyak 14 kapal pada minggu pertama, 11 kapal pada minggu kedua, 11 kapal pada minggu ketiga, dan 3 kapal pada minggu keempat.

Model dijalankan untuk mensimulasikan perencanaan sandar dengan jangka waktu perencanaan (TH) dari 27 Mei pukul 00:00 hingga 1 Juli pukul 00:00 atau selama 840 jam. Diketahui kapal yang sandar terakhir pada optimasi alokasi sandar dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Juni 2016 adalah MV APOLLO STELLA dengan jenis muatan curah kering yang dilakukan perencanaan sandar pada 22 Juni 2016 (minggu terakhir bulan Juni), sandar pada 26 Juni pukul 7:29 dan selesai pada 29 Juni pukul 18:12 dengan total lama sandar 160,46 jam dan sandar pada kade 509-640.

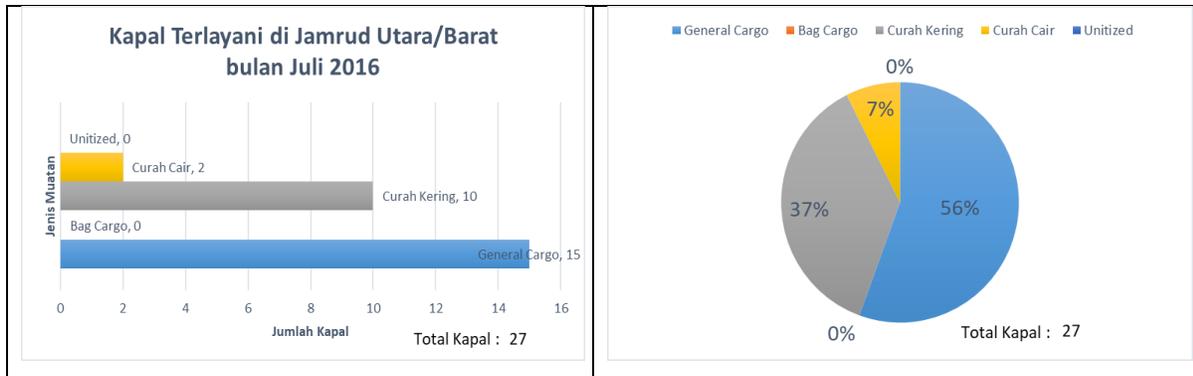
Berikut adalah hasil optimasi model matematis yang ditunjukkan pada Tabel 5-6, meliputi kode jenis muatan ( $c$ ), batas aman LoA ( $l$ ), lama sandar ( $t$ ), waktu labuh ( $e$ ), kade awal ( $p$ ), waktu mulai sandar ( $b$ ), waktu selesai sandar ( $u$ ).

Tabel 5-6 Hasil Rapat penyandaran Optimasi Jamrud Utara/Barat Bulan Juni 2016

| No        | Nama Kapal | Jenis Muatan           | Kode Muatan   | Batas Aman LoA | Labuh | Kade Awal      | Kade Akhir | Sandar | Selesai Sandar |                |
|-----------|------------|------------------------|---------------|----------------|-------|----------------|------------|--------|----------------|----------------|
| Mei       | 1          | MV DAEBO NEWCASTLE     | Curah Kering  | 2              | 252   | 27-05-16 22:30 | 800        | 1052   | 27-05-16 23:30 | 02-06-16 11:05 |
|           | 2          | MV JIN XING            | General Cargo | 1              | 209   | 28-05-16 11:28 | 591        | 800    | 28-05-16 12:28 | 31-05-16 10:17 |
|           | 3          | MV SPRING VALEN        | General Cargo | 1              | 134   | 28-05-16 21:35 | 400        | 534    | 28-05-16 22:35 | 29-05-16 11:28 |
|           | 4          | MV MEDI BANGKOK        | Curah Kering  | 2              | 209   | 29-05-16 17:00 | 1052       | 1261   | 29-05-16 18:00 | 02-06-16 13:42 |
|           | 5          | MV OCEAN LOHAS         | General Cargo | 1              | 144   | 30-05-16 10:00 | 400        | 544    | 30-05-16 11:00 | 30-05-16 18:30 |
| 1-8 Jun   | 6          | MV TIAN WANG XING      | General Cargo | 1              | 140   | 30-05-16 19:30 | 400        | 540    | 30-05-16 20:30 | 31-05-16 18:26 |
|           | 7          | MV ASIA GLORY          | Curah Kering  | 2              | 110   | 31-05-16 5:00  | 1300       | 1410   | 31-05-16 6:00  | 01-06-16 21:04 |
|           | 8          | MV FUKUYAMA            | Curah Kering  | 2              | 252   | 01-06-16 7:00  | 800        | 1052   | 02-06-16 11:05 | 06-06-16 16:28 |
|           | 9          | MV LAKE HAKONE         | Curah Kering  | 2              | 186   | 15-05-16 2:00  | 1107       | 1293   | 05-06-16 2:15  | 09-06-16 16:20 |
|           | 10         | MV SHANDONG HAI DA     | General Cargo | 1              | 209   | 02-06-16 14:08 | 400        | 609    | 02-06-16 15:08 | 03-06-16 0:53  |
|           | 11         | MV BULK CHILE          | Curah Kering  | 2              | 209   | 03-06-16 2:24  | 1113       | 1322   | 03-06-16 3:24  | 05-06-16 2:15  |
|           | 12         | MV DOLPHIN 15          | General Cargo | 1              | 101   | 03-06-16 10:03 | 580        | 682    | 03-06-16 11:03 | 04-06-16 17:41 |
|           | 13         | MV BOW DIAMOND         | Unitized      | 1              | 118   | 30-05-16 7:50  | 682        | 800    | 01-06-16 1:00  | 01-06-16 5:23  |
|           | 14         | MV IKAN JUBAL          | Curah Kering  | 2              | 187   | 05-06-16 22:24 | 865        | 1052   | 06-06-16 16:28 | 07-06-16 23:28 |
|           | 15         | MV SICILIAN EXPRESS    | Curah Kering  | 2              | 252   | 05-06-16 23:30 | 800        | 1052   | 07-06-16 23:28 | 12-06-16 11:19 |
|           | 16         | MV AERO STAR           | General Cargo | 1              | 138   | 07-06-16 7:15  | 663        | 800    | 07-06-16 8:15  | 07-06-16 20:56 |
|           | 17         | AN TRUNG 168           | Curah Kering  | 2              | 88    | 02-05-16 14:10 | 1322       | 1410   | 01-06-16 21:04 | 02-06-16 23:42 |
|           | 18         | MV DUBAI ENERGY        | General Cargo | 1              | 213   | 05-06-16 22:24 | 400        | 613    | 05-06-16 23:24 | 09-06-16 9:56  |
|           | 19         | MV ORIENT LOTUS        | General Cargo | 1              | 209   | 08-06-16 4:50  | 400        | 609    | 10-06-16 0:20  | 11-06-16 13:27 |
| 8-15 Jun  | 20         | MV TYANA               | Curah Kering  | 2              | 252   | 10-06-16 19:25 | 1158       | 1410   | 10-06-16 20:25 | 13-06-16 19:27 |
|           | 21         | MV OCEAN GRACIOUS      | General Cargo | 1              | 198   | 10-05-16 21:30 | 602        | 800    | 09-06-16 9:56  | 10-06-16 0:20  |
|           | 22         | MV BENJAMAS NARE       | General Cargo | 1              | 201   | 12-06-16 7:00  | 400        | 601    | 12-06-16 8:00  | 12-06-16 16:48 |
|           | 23         | MV SHUN CHANG          | Curah Kering  | 2              | 252   | 12-06-16 8:05  | 800        | 1052   | 12-06-16 11:19 | 18-06-16 5:09  |
|           | 24         | MV DONG THIEN PHU STAR | General Cargo | 1              | 88    | 12-06-16 13:00 | 619        | 707    | 12-06-16 14:00 | 12-06-16 23:33 |
|           | 25         | MV AQUA BLUE           | General Cargo | 1              | 141   | 12-06-16 18:45 | 659        | 800    | 12-06-16 23:33 | 13-06-16 13:20 |
|           | 26         | MV STENTOR             | General Cargo | 1              | 186   | 13-06-16 8:38  | 614        | 800    | 13-06-16 13:20 | 14-06-16 3:42  |
|           | 27         | MV SUN JEWELRY         | General Cargo | 1              | 116   | 11-06-16 14:00 | 400        | 516    | 11-06-16 15:00 | 12-06-16 3:06  |
|           | 28         | MV INLACO BRAVE        | Curah Kering  | 2              | 117   | 08-06-16 8:30  | 1293       | 1410   | 08-06-16 9:30  | 10-06-16 3:01  |
|           | 29         | MV WAN XIANG           | Bag Cargo     | 1              | 209   | 10-06-16 10:00 | 400        | 609    | 12-06-16 16:48 | 19-06-16 11:21 |
|           | 30         | MV XIN XIANG HAI       | General Cargo | 1              | 209   | 14-06-16 16:45 | 400        | 609    | 22-06-16 7:55  | 23-06-16 7:27  |
| 15-22 Jun | 31         | MV HANGLIMA            | General Cargo | 1              | 94    | 15-06-16 6:20  | 707        | 800    | 15-06-16 7:20  | 16-06-16 4:27  |
|           | 32         | MV NANIWA              | General Cargo | 1              | 146   | 15-06-16 9:30  | 654        | 800    | 16-06-16 4:52  | 16-06-16 16:54 |
|           | 33         | MV MY THINH            | Bag Cargo     | 1              | 147   | 16-06-16 6:02  | 653        | 800    | 17-06-16 4:23  | 20-06-16 12:40 |
|           | 34         | MV XIE RONG 11         | General Cargo | 1              | 109   | 15-06-16 6:15  | 691        | 800    | 23-06-16 7:29  | 30-06-16 2:02  |
|           | 35         | MV JOO DO              | General Cargo | 1              | 189   | 18-06-16 15:15 | 611        | 800    | 22-06-16 0:29  | 25-06-16 8:46  |
|           | 36         | MV IONIC UNICORN       | Curah Kering  | 2              | 220   | 20-06-16 20:55 | 941        | 1161   | 20-06-16 21:55 | 21-06-16 7:25  |
|           | 37         | MV HAIHOW              | Unitized      | 1              | 198   | 18-06-16 17:00 | 400        | 598    | 19-06-16 11:21 | 20-06-16 10:52 |
|           | 38         | MV SHUN FENG 9         | General Cargo | 1              | 248   | 21-06-16 2:00  | 400        | 648    | 21-06-16 3:00  | 22-06-16 0:07  |
|           | 39         | MT SICHEM MONTREAL     | Curah Cair    | 2              | 143   | 19-06-16 11:10 | 800        | 943    | 19-06-16 12:10 | 20-06-16 0:11  |
|           | 40         | MV OCEAN SEAGULL       | General Cargo | 1              | 132   | 21-06-16 2:05  | 668        | 800    | 21-06-16 3:05  | 21-06-16 11:44 |
| 22-30 Jun | 41         | MT YUE YOU 901         | Curah Cair    | 2              | 141   | 22-06-16 12:40 | 800        | 941    | 22-06-16 13:40 | 24-06-16 7:35  |
|           | 42         | CSC XIN HAI            | General Cargo | 1              | 143   | 25-06-16 3:45  | 611        | 754    | 25-06-16 8:47  | 26-06-16 7:29  |
|           | 43         | MV KUMSAN              | Curah Kering  | 2              | 145   | 25-06-16 16:25 | 941        | 1086   | 25-06-16 17:25 | 26-06-16 22:20 |
|           | 44         | MV APOLLO STELLA       | General Cargo | 1              | 131   | 23-06-16 1:45  | 509        | 640    | 26-06-16 7:29  | 29-06-16 18:12 |

### 5.3.2 Optimasi Evaluasi Bulan Juli 2016

Pada bulan Juli 2016 tercatat sejumlah 27 kapal yang sandar di dermaga Jamrud Utara/Barat. Muatan didominasi oleh jenis muatan *general cargo* sebesar 56% atau 15 kapal dari total 27 kapal. Tercatat tidak ada kapal dengan jenis muatan *bag cargo*, dan *unitized* yang sandar pada bulan Juli 2016 di dermaga Jamrud Utara/Barat.



Gambar 5-11 Data Kapal Masuk di Dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Juli 2016

Perencanaan bulan Juli 2016 pada dermaga Jamrud Utara/Barat dimulai pada 1 Juli hingga 31 Juli. Jumlah kapal yang akan disandarkan terbagi sebanyak 4 kapal pada minggu pertama, 6 kapal pada minggu kedua, 7 kapal pada minggu ketiga, dan 10 kapal pada minggu keempat.

Model dijalankan untuk mensimulasikan perencanaan sandar dengan jangka waktu perencanaan (TH) dari 1 Juli pukul 00:00 hingga 2 Agustus pukul 00:00 atau selama 792 jam. Diketahui kapal yang sandar terakhir pada optimasi alokasi sandar dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Juli 2016 adalah MV GENCO CHARGER dengan jenis muatan *general cargo* yang dilakukan perencanaan sandar pada 22 Juli 2016 (minggu terakhir bulan Juli), sandar pada 31 Juli pukul 01:45 dan selesai pada 31 Juli pukul 15:07 dengan total lama sandar 13,37 jam dan sandar pada kade 621-788.

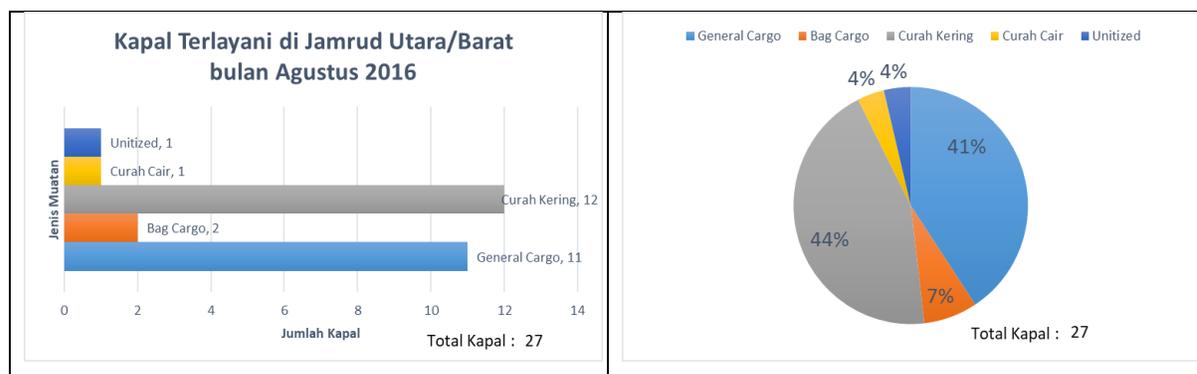
Berikut adalah hasil optimasi model matematis yang ditunjukkan pada Tabel 5-7, meliputi kode jenis muatan ( $c$ ), batas aman LoA ( $l$ ), lama sandar ( $t$ ), waktu labuh ( $e$ ), kade awal ( $p$ ), waktu mulai sandar ( $b$ ), waktu selesai sandar ( $u$ ).

Tabel 5-7 Hasil Rapat penyandaran Optimasi Dermaga Jamrud Utara/Barat Bulan Juli 2016

| No        | Nama Kapal                | Jenis Muatan  | Kode Muatan | Batas Aman LoA | Labuh/Kedatangan (date) | Kade Awal | Kade Akhir | Sandar         | Selesai Sandar |
|-----------|---------------------------|---------------|-------------|----------------|-------------------------|-----------|------------|----------------|----------------|
| 1-8 Jul   | 1 MV EVER RELIANCE        | General Cargo | 1           | 195            | 03-07-16 14:30          | 400       | 595        | 03-07-16 15:30 | 05-07-16 0:25  |
|           | 2 MV VITAKOSMOS           | Curah Kering  | 2           | 234            | 02-07-16 16:15          | 800       | 1034       | 02-07-16 17:15 | 09-07-16 16:15 |
|           | 3 MV MINOAN DIGNITY       | Curah Kering  | 2           | 230            | 01-07-16 21:09          | 1034      | 1264       | 01-07-16 22:09 | 04-07-16 4:49  |
|           | 4 MV COS FAIR             | General Cargo | 1           | 192            | 07-07-16 16:45          | 608       | 800        | 07-07-16 17:45 | 11-07-16 15:21 |
| 8-15 Jul  | 5 MV BRILLIANT PESCADORES | General Cargo | 1           | 116            | 07-07-16 5:15           | 400       | 516        | 07-07-16 6:15  | 08-07-16 18:05 |
|           | 6 MV CLIPPER PHOENIX      | Curah Kering  | 2           | 195            | 12-07-16 23:45          | 800       | 995        | 13-07-16 0:45  | 17-07-16 1:40  |
|           | 7 MV BBC ORION            | General Cargo | 1           | 125            | 11-07-16 15:15          | 400       | 525        | 11-07-16 16:15 | 12-07-16 21:07 |
|           | 8 MV CLIPPER IWAGI        | Curah Kering  | 2           | 174            | 12-07-16 8:00           | 1105      | 1279       | 12-07-16 9:00  | 18-07-16 6:05  |
|           | 9 MT NOLOWATI             | Curah Cair    | 2           | 122            | 12-07-16 4:30           | 1288      | 1410       | 12-07-16 5:30  | 15-07-16 5:00  |
|           | 10 MV SUN JEWELRY         | Curah Kering  | 2           | 110            | 12-07-16 22:18          | 995       | 1105       | 12-07-16 23:18 | 17-07-16 1:58  |
| 15-22 Jul | 11 MV ISS CANTATA         | General Cargo | 1           | 177            | 15-07-16 16:30          | 400       | 577        | 15-07-16 17:30 | 17-07-16 5:27  |
|           | 12 MV NEELAMBARI          | Curah Cair    | 2           | 133            | 16-07-16 5:25           | 800       | 933        | 17-07-16 1:40  | 18-07-16 10:43 |
|           | 13 MV KENT GIANT          | General Cargo | 1           | 174            | 18-07-16 6:48           | 400       | 574        | 18-07-16 7:48  | 21-07-16 11:38 |
|           | 14 MV VELA                | General Cargo | 1           | 188            | 19-07-16 6:40           | 612       | 800        | 20-07-16 2:35  | 22-07-16 15:18 |
|           | 15 MV KIRAN ASYA          | Curah Kering  | 2           | 243            | 19-07-16 15:20          | 800       | 1043       | 19-07-16 16:20 | 23-07-16 15:25 |
|           | 16 MV CHANG AN VISTA      | General Cargo | 1           | 132            | 19-07-16 11:40          | 668       | 800        | 19-07-16 12:40 | 20-07-16 2:35  |
|           | 17 MV TAIZHOU PIONEER     | Curah Kering  | 2           | 185            | 19-07-16 3:25           | 1225      | 1410       | 19-07-16 4:25  | 21-07-16 14:50 |
| 22-31 Jul | 18 MV ORION NO 1          | General Cargo | 1           | 99             | 08-07-16 18:50          | 400       | 499        | 22-07-16 1:00  | 27-07-16 2:53  |
|           | 19 MV PEACE ARK           | Curah Kering  | 2           | 235            | 22-07-16 4:20           | 1175      | 1410       | 22-07-16 5:20  | 27-07-16 15:30 |
|           | 20 MV ATENI               | Curah Kering  | 2           | 234            | 22-07-16 12:35          | 800       | 1034       | 22-07-16 12:35 | 31-07-16 18:45 |
|           | 21 MV EMILIE BULKER       | Curah Kering  | 2           | 185            | 24-07-16 4:30           | 1225      | 1410       | 27-07-16 15:30 | 30-07-16 6:31  |
|           | 22 MV HUGE SW             | General Cargo | 1           | 122            | 27-07-16 19:30          | 400       | 522        | 27-07-16 20:30 | 28-07-16 8:35  |
|           | 23 MV DENSA COUGAR        | General Cargo | 1           | 195            | 27-07-16 21:45          | 400       | 595        | 28-07-16 19:45 | 31-07-16 23:35 |
|           | 24 MV GLOVIS MERMAID      | General Cargo | 1           | 193            | 25-07-16 22:30          | 595       | 788        | 25-07-16 23:30 | 31-07-16 1:45  |
|           | 25 MV INDUSTRIAL MERCHANT | General Cargo | 1           | 121            | 27-07-16 8:00           | 400       | 521        | 27-07-16 9:00  | 27-07-16 20:15 |
|           | 26 MV BAYANI              | General Cargo | 1           | 125            | 28-07-16 8:40           | 400       | 525        | 28-07-16 9:40  | 28-07-16 19:45 |
|           | 27 MV GENCO CHARGER       | General Cargo | 1           | 167            | 30-07-16 1:00           | 621       | 788        | 31-07-16 1:45  | 31-07-16 15:07 |

### 5.3.3 Optimasi Evaluasi Bulan Agustus 2016

Pada bulan Juli 2016 tercatat sejumlah 27 kapal yang sandar di dermaga Jamrud Utara/Barat. Pada kade 800-1410, muatan didominasi oleh jenis muatan curah kering sebesar 44% atau 12 kapal dari total 27 kapal. Pada kade 400-800, dermaga didominasi oleh muatan *general cargo* dengan proporsi sebesar 41% atau sebanyak 11 kapal dari 27 kapal.



Gambar 5-12 Data Kapal Masuk di Dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Agustus 2016

Perencanaan bulan Agustus 2016 pada dermaga Jamrud Utara/Barat dimulai pada 2 Juli hingga 1 September, dikarenakan tidak ada kapal yang bersandar berdasarkan bulan Juli 2016 dan tercatat pada rapat penyandaran PPSA bahwa perencanaan dimulai tanggal 2 Agustus

2016. Jumlah kapal yang akan disandarkan terbagi sebanyak 12 kapal pada minggu pertama, 6 kapal pada minggu kedua, 3 kapal pada minggu ketiga, dan 6 kapal pada minggu keempat.

Model dijalankan untuk mensimulasikan perencanaan sandar dengan jangka waktu perencanaan (TH) dari 2 Agustus pukul 00:00 hingga 1 September pukul 00:00 atau selama 720 jam. Diketahui kapal yang sandar terakhir pada optimasi alokasi sandar dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Juli 2016 adalah MV THOR INSUVI dengan jenis muatan curah kering yang dilakukan perencanaan sandar pada 23 Agustus 2016 (minggu terakhir bulan Agustus), sandar pada 26 Agustus pukul 02:20 dan selesai pada 28 Agustus pukul 22:15 dengan total lama sandar 67,92 jam dan sandar pada kade 800-905.

Berikut adalah hasil optimasi model matematis yang ditunjukkan pada Tabel 5-8, meliputi kode jenis muatan ( $c$ ), batas aman LoA ( $l$ ), lama sandar ( $t$ ), waktu labuh ( $e$ ), kade awal ( $p$ ), waktu mulai sandar ( $b$ ), waktu selesai sandar ( $u$ ).

Tabel 5-8 Hasil Rapat penyandaran Optimasi Dermaga Jamrud Utara/Barat Bulan Agustus 2016

| No        | Nama Kapal                    | Jenis Muatan  | Kode Muatan | Batas Aman LoA | Labuh/Kedatangan (date) | Kade Awal | Kade Akhir | Sandar         | Selesai Sandar |
|-----------|-------------------------------|---------------|-------------|----------------|-------------------------|-----------|------------|----------------|----------------|
| 2-9 Ags   | 1 MV IKAN JEBUH               | Curah Kering  | 2           | 183            | 27-07-16 13:03          | 800       | 983        | 02-08-16 1:00  | 03-08-16 15:55 |
|           | 2 MV SUNNY SKY                | Curah Kering  | 2           | 174            | 01-08-16 2:00           | 1043      | 1217       | 02-08-16 1:00  | 03-08-16 5:30  |
|           | 3 MV MYKALI                   | General Cargo | 1           | 195            | 29-07-16 1:43           | 605       | 800        | 02-08-16 1:00  | 05-08-16 15:45 |
|           | 4 MV GENIUS STAR              | General Cargo | 1           | 122            | 01-08-16 16:50          | 400       | 522        | 02-08-16 1:00  | 02-08-16 10:00 |
|           | 5 MV TAIZHOU PIONEER          | Curah Kering  | 2           | 185            | 31-07-16 14:17          | 1030      | 1215       | 03-08-16 5:30  | 05-08-16 6:05  |
|           | 6 KM PUTERI KIRANA            | Curah Kering  | 2           | 193            | 29-07-16 0:45           | 1217      | 1410       | 02-08-16 1:00  | 08-08-16 1:10  |
|           | 7 MV FORTUNE CLOVER           | Curah Kering  | 2           | 230            | 28-07-16 13:25          | 800       | 1030       | 03-08-16 15:55 | 08-08-16 17:13 |
|           | 8 MT SICHEM MARSEILLE         | Curah Cair    | 2           | 138            | 05-08-16 12:30          | 1030      | 1168       | 05-08-16 13:30 | 06-08-16 8:20  |
|           | 9 MV GLORY SUMMIT             | General Cargo | 1           | 105            | 06-08-16 5:15           | 484       | 589        | 06-08-16 6:15  | 06-08-16 17:15 |
|           | 10 MV OCEAN MARVEL            | Bag Cargo     | 1           | 193            | 06-08-16 0:40           | 607       | 800        | 06-08-16 1:40  | 10-08-16 1:15  |
|           | 11 MV DANNY BOY               | General Cargo | 1           | 174            | 08-08-16 3:30           | 400       | 574        | 08-08-16 4:30  | 08-08-16 13:25 |
|           | 12 MV MIMASAKA                | General Cargo | 1           | 135            | 08-08-16 16:00          | 400       | 535        | 08-08-16 17:00 | 09-08-16 6:46  |
| 9-15 Ags  | 13 MV SPRING PROGRESS         | Curah Kering  | 2           | 234            | 31-07-16 12:36          | 1034      | 1268       | 09-08-16 1:00  | 11-08-16 17:53 |
|           | 14 MV YANGTZE PIONEER         | General Cargo | 1           | 185            | 09-08-16 3:20           | 400       | 585        | 09-08-16 6:46  | 09-08-16 14:56 |
|           | 15 MV ALBANY                  | General Cargo | 1           | 185            | 08-08-16 19:29          | 400       | 585        | 09-08-16 14:56 | 10-08-16 0:40  |
|           | 16 MV NEW SAILING 1           | Curah Kering  | 2           | 108            | 13-08-16 21:00          | 1034      | 1142       | 13-08-16 22:00 | 17-08-16 21:00 |
|           | 17 MV NEW EXPLORER            | Curah Kering  | 2           | 234            | 04-08-16 18:15          | 800       | 1034       | 09-08-16 1:00  | 13-08-16 10:20 |
|           | 18 MV STAR FUJI               | Unitized      | 1           | 192            | 14-08-16 19:15          | 608       | 800        | 14-08-16 20:15 | 15-08-16 18:54 |
| 15-23 Ags | 19 MV KM KEELUNG              | Curah Kering  | 2           | 234            | 15-08-16 8:18           | 800       | 1034       | 15-08-16 9:18  | 21-08-16 16:50 |
|           | 20 MV ALKIMOS                 | Curah Kering  | 2           | 234            | 18-08-16 18:00          | 1176      | 1410       | 18-08-16 19:00 | 24-08-16 5:55  |
|           | 21 MV CSC CHANGHAI            | General Cargo | 1           | 123            | 21-08-16 7:30           | 677       | 800        | 21-08-16 8:30  | 23-08-16 2:35  |
| 23-31 Ags | 22 MV YUUZAN                  | General Cargo | 1           | 122            | 22-08-16 20:45          | 400       | 522        | 23-08-16 1:00  | 23-08-16 9:15  |
|           | 23 MV SPIRIT SEJATI           | Bag Cargo     | 1           | 105            | 18-08-16 6:40           | 572       | 677        | 23-08-16 1:00  | 26-08-16 19:00 |
|           | 24 MV PUPPIS OCEAN            | Curah Kering  | 2           | 235            | 23-08-16 21:50          | 905       | 1140       | 23-08-16 22:50 | 27-08-16 19:05 |
|           | 25 MV HAN DE                  | General Cargo | 1           | 112            | 24-08-16 15:52          | 677       | 789        | 24-08-16 16:52 | 27-08-16 4:22  |
|           | 26 MV GLOBAL SAMUDERA JAYA II | General Cargo | 1           | 84             | 24-08-16 20:30          | 400       | 484        | 24-08-16 21:30 | 26-08-16 14:00 |
|           | 27 MV THOR INSUVI             | Curah Kering  | 2           | 105            | 26-08-16 1:20           | 800       | 905        | 26-08-16 2:20  | 28-08-16 22:15 |

## 5.4 Evaluasi Sandar Jamrud Selatan

Beberapa perhitungan awal dan ketentuan/asumsi awal yang digunakan dalam evaluasi dermaga Jamrud Selatan sama dengan Jamrud Utara/Barat, diantaranya yaitu: kecepatan

bongkar/muat, penggolongan jenis muatan terhadap dermaga, jumlah gang TKBM, serta penambahan *idle time* yang disamakan dengan data realisasi. Serta ketentuan yang digunakan yaitu penggolongan hari perencanaan sandar turut berdasarkan tanggal labuh kapal (penggolongan berdasarkan minggu ke-n kapal labuh). Pada dermaga Jamrud Selatan terdapat jenis muatan peti kemas yang tidak ada pada dermaga Jamrud Utara/Barat.

Tabel 5-9 Asumsi Dasar pada Variabel Model Matematis Jamrud Selatan

| Variabel                  | Realisasi                                     | Optimasi       |
|---------------------------|---|----------------|
| Titik Waktu Labuh         | Data Realisasi                                | Data Realisasi |
| <i>Approaching Time</i>   | AT ∈ (Titik Waktu Sandar - Titik Waktu Labuh) | 1 Jam          |
| Panjang Kapal             | LoA + 5m                                      | LoA + 5m       |
| Kec. Bongkar Muat         | Data Realisasi                                | Data Realisasi |
| <i>Idle Time</i>          | Data Realisasi                                | Data Realisasi |
| <i>Not Operating Time</i> | Data Realisasi                                | Data Realisasi |

Sumber: Data Realisasi Sandar Terminal Jamrud (Jamrud Selatan) (diolah kembali)

Tabel 5-10 Penggolongan Jenis Muatan Dermaga Jamrud Selatan

| Kode Muatan   |      |
|---------------|------|
| Jenis Muatan  | Kode |
| General Cargo | 2    |
| Bag Cargo     | 2    |
| Curah Kering  | 2    |
| Curah Cair    | 2    |
| Peti Kemas    | 1    |
| Unitized      | 2    |

Kode 1 merupakan kapal dengan jenis muatan yang akan disandarkan pada kade 0-210, dimana muatan peti kemas menjadi prioritas, sedangkan kapal dengan jenis muatan dengan kode 2 disandarkan pada kade 0-800.

Data yang menjadi masukan (*input*) dasar dan data yang diperlukan untuk perhitungan di dalam model adalah:

- Panjang kapal aman ( $l$ )
- Lama sandar di dermaga ( $t$ )

$$\frac{\text{Jumlah Muatan Bongkar Muat kapal } i \in N}{(\text{Kec. Bongkar Muat muatan } c \in C \times \text{Jumlah gang}) + NOT} + IT$$

Keterangan:

Kecepatan bongkar/muat = Rata-Rata Kec. B/M Jamrud Utara/Barat sesuai jenis muatan  
(Ton/Gang/Jam)

Jumlah gang = Jumlah gang dipakai pada Kapal  $i \in N$  Jamrud Utara/Barat

NOT = waktu *allowance* saat sandar (asumsi) (Jam)

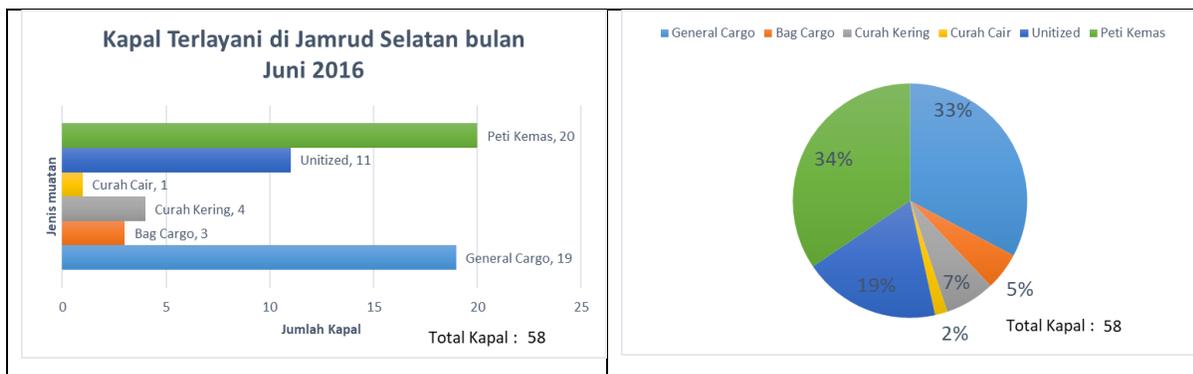
IT = waktu *idle* saat bongkar/muat (sesuai data realisasi) (Jam)

- Penggolongan jenis muatan terhadap dermaga ( $c$ ) merujuk pada Tabel 5-5
- Waktu labuh ( $e$ ) kapal  $i \in N$

Sedangkan data yang dihasilkan oleh model matematis (variabel keputusan) adalah waktu/titik waktu sandar ( $b$ ), waktu/titik waktu selesai sandar ( $u$ ), posisi/titik kade sandar ( $p$ ).

#### 5.4.1 Optimasi Evaluasi Bulan Juni 2016

Pada bulan Juni 2016 tercatat sejumlah 58 kapal yang sandar di dermaga Jamrud Selatan. Muatan didominasi oleh jenis muatan peti kemas sebesar 54% atau 20 kapal dan *general cargo* sebesar 53% atau 24 kapal dari total 58 kapal.



Gambar 5-13 Data Kapal Masuk di Dermaga Jamrud Selatan bulan Juni 2016

Perencanaan bulan Juni 2016 pada dermaga Jamrud Selatan dimulai pada 1 Juni hingga 30 Juni. Seperti halnya pada dermaga Jamrud Utara/Barat, terdapat beberapa kapal pada akhir bulan Mei (27-31 Mei) yang sandar hingga bulan Juni. Kapal-kapal tersebut akan turut dievaluasi untuk mengetahui posisi waktu dan kade yang optimal untuk kapal-kapal yang sandar di minggu pertama bulan Juni.

Terdapat 5 kapal yang sandar pada akhir bulan Mei yang turut diperhitungkan dalam model karena turut menentukan posisi sandar kapal-kapal yang sandar dengan jumlah kapal yang akan disandarkan terbagi sebanyak 11 kapal pada minggu pertama, 18 kapal pada minggu kedua, 13 kapal pada minggu ketiga, dan 11 kapal pada minggu keempat.

Model dijalankan untuk mensimulasikan perencanaan sandar dengan jangka waktu perencanaan (TH) dari 27 Mei pukul 00:00 hingga 1 Juli pukul 00:00 atau selama 840 jam. Diketahui kapal yang sandar terakhir pada optimasi alokasi sandar dermaga Jamrud Selatan bulan Juni 2016 adalah KM MULTI UTAMA dengan jenis muatan *general cargo* yang dilakukan perencanaan sandar pada 22 Juni 2016 (minggu terakhir bulan Juni), sandar pada 29 Juni pukul 09:10 dan selesai pada 30 Juni pukul 00:25 dengan total lama sandar 15,25 jam dan sandar pada kade 210-288.

Berikut adalah hasil optimasi model matematis yang ditunjukkan Tabel 5-11, meliputi kode jenis muatan (*c*), batas aman LoA (*l*), lama sandar (*t*), waktu labuh (*e*), kade awal (*p*), waktu mulai sandar (*b*), waktu selesai sandar (*u*).

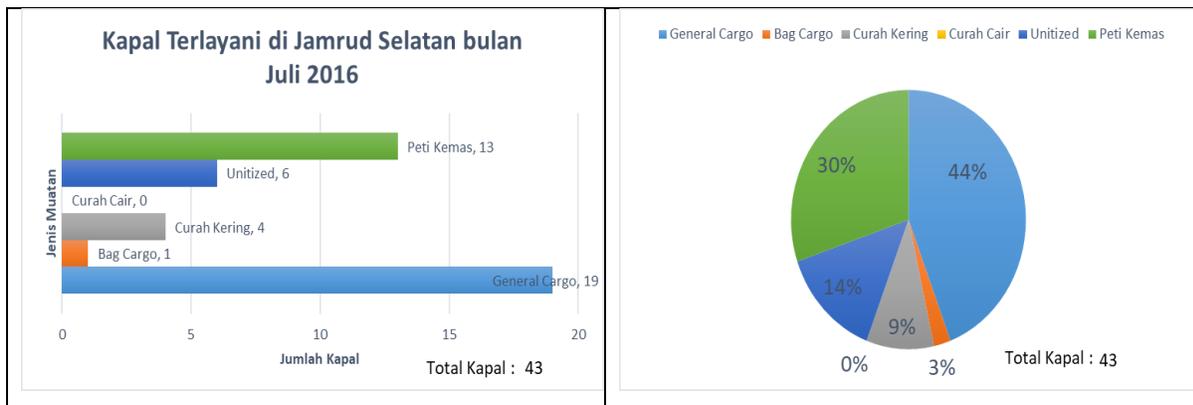
Tabel 5-11 Hasil Rapat penyandaran Optimasi Dermaga Jamrud Selatan Bulan Juni 2016

|          | No | Nama Kapal              | Jenis Muatan  | Kode Muatan | Batas Aman LoA | Labuh          | Kade Awal | Kade Akhir | Sandar         | Selesai Sandar |
|----------|----|-------------------------|---------------|-------------|----------------|----------------|-----------|------------|----------------|----------------|
| Mei      | 1  | NIAGARA                 | General Cargo | 2           | 63             | 26-05-16 22:35 | 737       | 800        | 27-05-16 1:00  | 27-05-16 10:29 |
|          | 2  | IMV HENG STAR           | General Cargo | 2           | 81             | 27-05-16 9:00  | 285       | 366        | 27-05-16 10:00 | 31-05-16 10:45 |
|          | 3  | KM TALISAYAN PERMAI     | General Cargo | 2           | 75             | 30-05-16 7:30  | 210       | 285        | 30-05-16 8:30  | 03-06-16 18:00 |
|          | 4  | BG SMS 303              | Unitized      | 2           | 96             | 30-05-16 13:35 | 704       | 800        | 30-05-16 14:35 | 02-06-16 9:10  |
|          | 5  | KM DEWI BULAN           | Bag Cargo     | 2           | 84             | 31-05-16 10:55 | 0         | 84         | 31-05-16 11:55 | 03-06-16 19:50 |
| 1-8 Jun  | 6  | KM BUNGA MELATI VII     | General Cargo | 2           | 72             | 01-06-16 7:50  | 285       | 357        | 01-06-16 8:50  | 01-06-16 22:18 |
|          | 7  | KM INTAN DAYA 10        | Unitized      | 2           | 103            | 02-06-16 6:00  | 285       | 388        | 02-06-16 7:00  | 03-06-16 12:06 |
|          | 8  | KM TANTO FAJAR I        | Peti Kemas    | 1           | 96             | 03-06-16 10:42 | 115       | 210        | 03-06-16 11:42 | 05-06-16 7:20  |
|          | 9  | KM FU NO 2              | Curah Kering  | 2           | 93             | 03-06-16 12:50 | 327       | 420        | 03-06-16 13:50 | 07-06-16 10:20 |
|          | 10 | TK PACIFIC STAR 32      | Unitized      | 2           | 97             | 03-06-16 15:40 | 420       | 517        | 03-06-16 16:40 | 05-06-16 7:10  |
|          | 11 | KM ASIA PRIMA I         | Peti Kemas    | 1           | 65             | 04-06-16 9:00  | 15        | 80         | 04-06-16 10:00 | 04-06-16 17:36 |
|          | 12 | KM AMRTA JAYA I         | Bag Cargo     | 2           | 104            | 04-06-16 9:18  | 517       | 621        | 04-06-16 10:18 | 11-06-16 9:52  |
|          | 13 | KM ARMADA SETIA         | Peti Kemas    | 1           | 112            | 05-06-16 11:23 | 98        | 210        | 05-06-16 12:23 | 06-06-16 7:14  |
|          | 14 | TK SELAMAT 8            | Unitized      | 2           | 97             | 06-06-16 16:37 | 210       | 307        | 06-06-16 17:37 | 08-06-16 11:04 |
|          | 15 | KM CARAKA JAYA NIAGA II | Peti Kemas    | 1           | 103            | 06-06-16 20:14 | 107       | 210        | 06-06-16 21:14 | 07-06-16 23:50 |
|          | 16 | KM HAPPY STAR I         | Peti Kemas    | 1           | 104            | 07-06-16 17:10 | 0         | 104        | 07-06-16 18:10 | 08-06-16 9:10  |
| 8-15 Jun | 17 | MT GOLDEN AVENUE        | Curah Cair    | 2           | 122            | 05-06-16 23:48 | 395       | 517        | 08-06-16 1:00  | 09-06-16 11:14 |
|          | 18 | KM THAI RIVER           | Curah Kering  | 2           | 105            | 08-06-16 4:50  | 621       | 726        | 08-06-16 5:50  | 11-06-16 3:04  |
|          | 19 | KM MEGAH PACIFIC        | Peti Kemas    | 1           | 65             | 08-06-16 13:45 | 145       | 210        | 08-06-16 14:45 | 09-06-16 6:15  |
|          | 20 | KM ASIA PRIMA I         | Peti Kemas    | 1           | 65             | 09-06-16 8:15  | 145       | 210        | 09-06-16 9:15  | 09-06-16 21:40 |
|          | 21 | KM MULTI MANDIRI        | Peti Kemas    | 1           | 79             | 09-06-16 13:09 | 0         | 79         | 09-06-16 14:09 | 10-06-16 9:05  |
|          | 22 | KM FREEDOM              | Peti Kemas    | 1           | 113            | 09-06-16 14:53 | 97        | 210        | 10-06-16 6:20  | 12-06-16 11:50 |
|          | 23 | LCT AYU 168             | General Cargo | 2           | 74             | 09-06-16 19:00 | 726       | 800        | 09-06-16 20:00 | 10-06-16 4:40  |
|          | 24 | LCT AYU 168             | Peti Kemas    | 1           | 74             | 09-06-16 19:01 | 136       | 210        | 09-06-16 21:40 | 10-06-16 6:20  |
|          | 25 | KM TRINITI              | General Cargo | 2           | 76             | 10-06-16 7:00  | 210       | 286        | 10-06-16 8:00  | 11-06-16 6:45  |
|          | 26 | KM TANTO FAJAR I        | Peti Kemas    | 1           | 96             | 10-06-16 14:35 | 2         | 97         | 10-06-16 15:35 | 12-06-16 0:30  |
|          | 27 | KM LOTUS 07             | General Cargo | 2           | 65             | 10-06-16 13:25 | 726       | 791        | 10-06-16 14:25 | 11-06-16 5:55  |
|          | 28 | LCT CIPTA HARAPAN IX    | General Cargo | 2           | 73             | 12-06-16 10:30 | 210       | 283        | 12-06-16 11:30 | 12-06-16 19:30 |
|          | 29 | KM MULTI KARYA I        | Peti Kemas    | 1           | 80             | 13-06-16 10:00 | 97        | 177        | 13-06-16 11:00 | 14-06-16 8:45  |
|          | 30 | KM KARYA CITRA 8        | Unitized      | 2           | 96             | 13-06-16 11:30 | 210       | 306        | 13-06-16 12:30 | 14-06-16 8:15  |
|          | 31 | IMV PULAU NAGA          | General Cargo | 2           | 69             | 13-06-16 17:30 | 382       | 451        | 13-06-16 18:30 | 13-06-16 23:20 |
|          | 32 | TK NRS IV               | General Cargo | 2           | 75             | 13-06-16 18:55 | 307       | 382        | 13-06-16 19:55 | 16-06-16 18:15 |
|          | 33 | KM STAR BIRD            | Peti Kemas    | 1           | 104            | 14-06-16 8:30  | 0         | 104        | 14-06-16 9:30  | 17-06-16 10:45 |
|          | 34 | TK SINAR LESTARI 338    | Unitized      | 2           | 97             | 14-06-16 10:00 | 210       | 307        | 14-06-16 11:00 | 16-06-16 8:15  |

| No | Nama Kapal                   | Jenis Muatan  | Kode Muatan | Batas Aman LoA | Labuh          | Kade Awal | Kade Akhir | Sandar         | Selesai Sandar |
|----|------------------------------|---------------|-------------|----------------|----------------|-----------|------------|----------------|----------------|
| 35 | KM MENTARI PERDANA           | Peti Kemas    | 1           | 120            | 15-06-16 9:50  | 80        | 200        | 17-06-16 10:45 | 19-06-16 11:25 |
| 36 | KM MULTI PERMAI              | Peti Kemas    | 1           | 81             | 15-06-16 14:00 | 129       | 210        | 15-06-16 15:00 | 16-06-16 4:30  |
| 37 | LCT LESTARI ANUGERAH PERDANA | General Cargo | 2           | 55             | 16-06-16 6:28  | 382       | 437        | 16-06-16 7:28  | 16-06-16 10:28 |
| 38 | KM ANUGERAH BUANA            | Unitized      | 2           | 95             | 16-06-16 6:15  | 452       | 547        | 16-06-16 7:15  | 17-06-16 5:17  |
| 39 | KM GRAHA ANGKASA II          | General Cargo | 2           | 70             | 16-06-16 16:45 | 382       | 452        | 16-06-16 17:45 | 19-06-16 8:20  |
| 40 | MV UNION STAR 47             | Unitized      | 2           | 80             | 17-06-16 6:50  | 524       | 604        | 17-06-16 7:50  | 17-06-16 17:50 |
| 41 | KM BUNGA MELATI VII          | General Cargo | 2           | 72             | 17-06-16 7:45  | 452       | 524        | 17-06-16 8:45  | 18-06-16 1:10  |
| 42 | TK SELAMAT 9                 | Bag Cargo     | 2           | 97             | 17-06-16 13:15 | 703       | 800        | 17-06-16 14:15 | 20-06-16 14:00 |
| 43 | KM BARUNA WIRA               | Unitized      | 2           | 105            | 17-06-16 22:20 | 598       | 703        | 17-06-16 23:20 | 19-06-16 10:07 |
| 44 | LCT MULIA JAYA               | General Cargo | 2           | 60             | 18-06-16 11:05 | 452       | 512        | 18-06-16 12:05 | 19-06-16 2:05  |
| 45 | KM FELYA                     | Curah Kering  | 2           | 109            | 19-06-16 5:55  | 452       | 561        | 19-06-16 6:55  | 23-06-16 0:45  |
| 46 | KM MULTI PERMAI              | Peti Kemas    | 1           | 81             | 20-06-16 10:00 | 0         | 81         | 20-06-16 11:00 | 21-06-16 5:05  |
| 47 | KM TIKALA                    | Peti Kemas    | 1           | 85             | 21-06-16 9:30  | 0         | 85         | 21-06-16 10:30 | 22-06-16 22:20 |
| 48 | KM MULTI PERMAI              | General Cargo | 2           | 81             | 23-06-16 18:00 | 663       | 744        | 23-06-16 19:00 | 24-06-16 8:52  |
| 49 | KM BALI KUTA                 | Peti Kemas    | 1           | 101            | 22-06-16 14:50 | 85        | 186        | 22-06-16 15:50 | 24-06-16 12:50 |
| 50 | KM MEGAH PACIFIC             | Peti Kemas    | 1           | 65             | 22-06-16 20:05 | 20        | 85         | 22-06-16 22:20 | 23-06-16 8:17  |
| 51 | KM SELAMAT 10                | Unitized      | 2           | 97             | 23-06-16 9:30  | 290       | 387        | 23-06-16 10:30 | 25-06-16 8:30  |
| 52 | KM MANDIRI DELAPAN           | Curah Kering  | 2           | 113            | 23-06-16 10:30 | 550       | 663        | 23-06-16 11:30 | 26-06-16 9:15  |
| 53 | KM ATLANTIS                  | General Cargo | 2           | 56             | 23-06-16 12:30 | 744       | 800        | 23-06-16 13:30 | 25-06-16 22:50 |
| 54 | KM MULTI KARYA I             | General Cargo | 2           | 80             | 23-06-16 18:55 | 210       | 290        | 23-06-16 19:55 | 24-06-16 9:15  |
| 55 | KM MULTI KARYA I             | Peti Kemas    | 1           | 80             | 23-06-16 19:00 | 0         | 80         | 23-06-16 20:00 | 25-06-16 8:50  |
| 56 | TK MARINE POWER 2715         | Unitized      | 2           | 87             | 25-06-16 15:00 | 463       | 550        | 25-06-16 16:00 | 27-06-16 7:10  |
| 57 | MV DONG THIEN PHU GOLDEN     | General Cargo | 2           | 84             | 25-06-16 22:00 | 210       | 294        | 25-06-16 23:00 | 26-06-16 13:50 |
| 58 | KM MULTI UTAMA               | General Cargo | 2           | 78             | 29-06-16 8:10  | 210       | 288        | 29-06-16 9:10  | 30-06-16 0:25  |

### 5.4.2 Optimasi Evauasi Bulan Juli

Pada bulan Juli 2016 tercatat sejumlah 43 kapal yang sandar di dermaga Jamrud Selatan. Muatan didominasi oleh jenis muatan *general cargo* sebesar 44% atau 19 kapal dari total 43 kapal.



Gambar 5-14 Data Kapal Masuk di Dermaga Jamrud Selatan bulan Juli 2016

Perencanaan bulan Juli 2016 pada dermaga Jamrud Selatan dimulai pada 30 Juni hingga 1 Agustus. Jumlah kapal yang akan disandarkan terbagi sebanyak 2 kapal pada minggu pertama, 10 kapal pada minggu kedua, 12 kapal pada minggu ketiga, dan 15 kapal pada minggu keempat. Sedangkan untuk akhir bulan Juni (30 Juni) terdapat sebanyak 4 kapal yang direncanakan untuk sandar.

Model dijalankan untuk mensimulasikan perencanaan sandar dengan jangka waktu perencanaan (TH) dari 30 Juni pukul 00:00 hingga 1 Agustus pukul 00:00 atau selama 768

jam. Diketahui kapal yang sandar terakhir pada optimasi alokasi sandar dermaga Jamrud Selatan bulan Juli 2016 adalah KM KARYA CITRA 8 dengan jenis muatan *unitized* yang dilakukan perencanaan sandar pada 22 Juli 2016 (minggu terakhir bulan Juli), sandar pada 29 Juli pukul 10:30 dan selesai pada 30 Juli pukul 09:20 dengan total lama kapal sandar adalah 22,62 jam dan sandar pada kade 0-96.

Berikut adalah hasil optimasi model matematis yang ditunjukkan pada Tabel 5-12, meliputi kode jenis muatan (*c*), batas aman LoA (*l*), lama sandar (*t*), waktu labuh (*e*), kade awal (*p*), waktu mulai sandar (*b*), waktu selesai sandar (*u*).

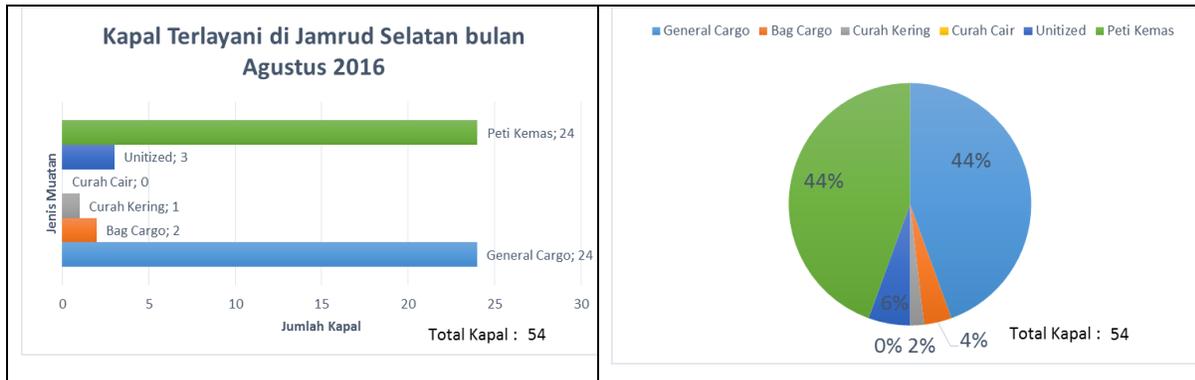
Tabel 5-12 Hasil Rapat penyandaran Optimasi Dermaga Jamrud Selatan Bulan Juli 2016

|           | No | Nama Kapal                  | Jenis Muatan  | Kode Muatan | Batas Aman LoA | Labuh/Kedatangan (date) | Kade Awal | Kade Akhir | Sandar         | Selesai Sandar |
|-----------|----|-----------------------------|---------------|-------------|----------------|-------------------------|-----------|------------|----------------|----------------|
| 30-Jun    | 1  | KM BALI TABANAN             | Peti Kemas    | 1           | 102            | 29-06-16 23:43          | 0         | 102        | 30-06-16 1:00  | 01-07-16 15:45 |
|           | 2  | KM CARAKA JAYA NIAGA III-14 | General Cargo | 2           | 103            | 26-06-16 0:45           | 697       | 800        | 30-06-16 1:00  | 30-06-16 9:25  |
|           | 3  | KM DANDELION                | General Cargo | 2           | 77             | 30-06-16 13:25          | 310       | 387        | 30-06-16 14:25 | 02-07-16 0:06  |
|           | 4  | KM FATIMA II                | General Cargo | 2           | 100            | 30-06-16 14:53          | 210       | 310        | 30-06-16 15:53 | 30-06-16 19:58 |
| 1-8 Jul   | 5  | KM SURYA PELANGI            | General Cargo | 2           | 93             | 01-07-16 15:21          | 210       | 303        | 01-07-16 16:21 | 01-07-16 23:21 |
|           | 6  | KM MULTI PERMAI             | Peti Kemas    | 1           | 81             | 01-07-16 22:30          | 129       | 210        | 01-07-16 23:30 | 03-07-16 9:10  |
| 8-15 Jul  | 7  | KM SERENITY                 | General Cargo | 2           | 98             | 10-07-16 16:05          | 161       | 259        | 10-07-16 17:05 | 15-07-16 20:30 |
|           | 8  | LCT MAJU JAYA               | General Cargo | 2           | 67             | 11-07-16 18:30          | 510       | 577        | 11-07-16 19:30 | 12-07-16 8:00  |
|           | 9  | LCT RADJA SAMUDERA ABADI    | General Cargo | 2           | 70             | 11-07-16 12:40          | 730       | 800        | 11-07-16 13:40 | 13-07-16 15:55 |
|           | 10 | KM AMRTA VII                | General Cargo | 2           | 104            | 11-07-16 18:55          | 259       | 363        | 11-07-16 19:55 | 14-07-16 4:45  |
|           | 11 | LCT AYU 88                  | General Cargo | 2           | 85             | 13-07-16 18:25          | 370       | 455        | 13-07-16 19:25 | 14-07-16 6:25  |
|           | 12 | KM SURPLUS                  | Bag Cargo     | 2           | 104            | 11-07-16 8:55           | 577       | 681        | 11-07-16 9:55  | 21-07-16 23:55 |
|           | 13 | KM BINTANG JASA 35          | Curah Kering  | 2           | 122            | 13-07-16 0:35           | 455       | 577        | 13-07-16 1:35  | 17-07-16 11:30 |
|           | 14 | KM DEWI BULAN II            | Unitized      | 2           | 68             | 14-07-16 8:40           | 681       | 749        | 14-07-16 9:40  | 14-07-16 22:30 |
|           | 15 | KM CALYPSO                  | Peti Kemas    | 1           | 81             | 05-07-16 23:10          | 80        | 161        | 08-07-16 1:00  | 08-07-16 8:50  |
|           | 16 | KM MULTI KARYA I            | Peti Kemas    | 1           | 80             | 13-07-16 12:30          | 0         | 80         | 13-07-16 13:30 | 14-07-16 5:05  |
| 15-22 Jul | 17 | MV SPRING SAPO              | Curah Kering  | 2           | 119            | 13-07-16 8:00           | 681       | 800        | 15-07-16 1:00  | 17-07-16 12:42 |
|           | 18 | BG SMS 303                  | Unitized      | 2           | 96             | 15-07-16 22:30          | 210       | 306        | 15-07-16 23:30 | 18-07-16 6:45  |
|           | 19 | TK PACIFIC STAR 38          | Unitized      | 2           | 96             | 18-07-16 13:00          | 210       | 306        | 18-07-16 14:00 | 20-07-16 7:25  |
|           | 20 | KM SAKURA 09                | Peti Kemas    | 1           | 80             | 18-07-16 8:00           | 0         | 80         | 18-07-16 9:00  | 19-07-16 7:20  |
|           | 21 | KM MULTI MANDIRI            | Peti Kemas    | 1           | 79             | 17-07-16 8:50           | 0         | 79         | 17-07-16 9:50  | 17-07-16 22:10 |
|           | 22 | KM FREEDOM                  | Peti Kemas    | 1           | 113            | 15-07-16 20:25          | 97        | 210        | 15-07-16 21:25 | 16-07-16 3:06  |
|           | 23 | KM CARAKA JAYA NIAGA III/14 | Peti Kemas    | 1           | 103            | 16-07-16 14:20          | 0         | 103        | 16-07-16 15:20 | 16-07-16 20:25 |
|           | 24 | KM TELUK BERAU              | Peti Kemas    | 1           | 120            | 19-07-16 16:30          | 0         | 120        | 19-07-16 17:30 | 20-07-16 18:28 |
|           | 25 | KM FREEDOM                  | Peti Kemas    | 1           | 113            | 21-07-16 7:16           | 0         | 113        | 21-07-16 8:16  | 23-07-16 15:00 |
|           | 26 | LCT AYU 188                 | General Cargo | 2           | 72             | 21-07-16 20:03          | 681       | 753        | 21-07-16 21:03 | 22-07-16 6:00  |
|           | 27 | KM GRAHA ANGKASA II         | General Cargo | 2           | 73             | 21-07-16 17:57          | 210       | 283        | 21-07-16 18:57 | 22-07-16 12:30 |
|           | 28 | KM UREYANA                  | General Cargo | 2           | 63             | 21-07-16 8:00           | 283       | 346        | 21-07-16 9:00  | 21-07-16 16:55 |

|           | No | Nama Kapal           | Jenis Muatan  | Kode Muatan | Batas Aman LoA | Labuh/Kedatangan (date) | Kade Awal | Kade Akhir | Sandar         | Selesai Sandar |
|-----------|----|----------------------|---------------|-------------|----------------|-------------------------|-----------|------------|----------------|----------------|
| 22-30 Jul | 29 | LCT AYU 168          | General Cargo | 2           | 74             | 22-07-16 0:40           | 283       | 357        | 22-07-16 1:40  | 22-07-16 5:45  |
|           | 30 | TK GUNA NUSA II      | General Cargo | 2           | 58             | 22-07-16 18:00          | 210       | 268        | 22-07-16 19:00 | 23-07-16 1:00  |
|           | 31 | TK AME 802           | General Cargo | 2           | 96             | 22-07-16 10:20          | 376       | 472        | 22-07-16 11:20 | 24-07-16 10:35 |
|           | 32 | MV AN TRUNG 168      | Curah Kering  | 2           | 85             | 22-07-16 5:10           | 291       | 376        | 22-07-16 6:10  | 24-07-16 2:20  |
|           | 33 | KM AYU MAS SAMUDERA  | Unitized      | 2           | 105            | 24-07-16 23:00          | 695       | 800        | 25-07-16 0:00  | 27-07-16 1:20  |
|           | 34 | KM MULTI PERMAI      | General Cargo | 2           | 81             | 23-07-16 17:50          | 210       | 291        | 23-07-16 18:50 | 25-07-16 8:35  |
|           | 35 | MV HANGLIMA          | General Cargo | 2           | 90             | 24-07-16 7:16           | 120       | 210        | 24-07-16 8:16  | 24-07-16 17:25 |
|           | 36 | MV GOLDEN TAURUS     | General Cargo | 2           | 205            | 28-07-16 3:12           | 395       | 600        | 28-07-16 4:12  | 31-07-16 9:02  |
|           | 37 | LCT CIPTA HARAPAN 89 | General Cargo | 2           | 69             | 29-07-16 9:15           | 298       | 367        | 29-07-16 10:15 | 29-07-16 22:20 |
|           | 38 | KM DEWI SENTOSA      | Curah Kering  | 2           | 88             | 28-07-16 7:40           | 210       | 298        | 28-07-16 8:40  | 01-08-16 8:17  |
|           | 39 | TK SINAR LESTARI 338 | Unitized      | 2           | 97             | 27-07-16 9:32           | 298       | 395        | 27-07-16 10:32 | 29-07-16 7:55  |
|           | 40 | KM KARYA CITRA 8     | Unitized      | 2           | 96             | 29-07-16 9:30           | 0         | 96         | 29-07-16 10:30 | 30-07-16 9:20  |
|           | 41 | KM ASIA PRIMA I      | Peti Kemas    | 1           | 65             | 26-07-16 8:00           | 0         | 65         | 26-07-16 9:00  | 27-07-16 2:15  |
|           | 42 | KM TIKALA            | Peti Kemas    | 1           | 85             | 26-07-16 16:30          | 125       | 210        | 26-07-16 17:30 | 27-07-16 3:17  |
|           | 43 | KM MULTI MANDIRI     | Peti Kemas    | 1           | 79             | 29-07-16 8:05           | 131       | 210        | 29-07-16 9:05  | 30-07-16 7:42  |

### 5.4.3 Optimasi Evauasi Bulan Agustus

Pada bulan Juli 2016 tercatat sejumlah 54 kapal yang sandar di dermaga Jamrud Selatan. Muatan didominasi oleh jenis muatan dengan proporsi sama besar yaitu peti kemas sebesar 44% atau 24 kapal dan *general cargo* sebesar 44% atau 24 kapal dari total 54 kapal.



Gambar 5-15 Data Kapal Masuk di Dermaga Jamrud Selatan bulan Agustus 2016

Perencanaan bulan Agustus 2016 pada dermaga Jamrud Selatan dimulai pada 31 Juli hingga 1 September. Jumlah kapal yang akan disandarkan terbagi sebanyak 16 kapal pada minggu pertama, 6 kapal pada minggu kedua, 10 kapal pada minggu ketiga, dan 20 kapal pada minggu keempat. Terdapat pula kapal yang sandar pada akhir Juli (31 Juli) yaitu sebanyak 2 kapal.

Model dijalankan untuk mensimulasikan perencanaan sandar dengan jangka waktu perencanaan (TH) dari 31 Juli pukul 00:00 hingga 3 September pukul 00:00 atau selama 816 jam. Diketahui kapal yang sandar terakhir pada optimasi alokasi sandar dermaga Jamrud Selatan bulan Agustus 2016 adalah KM BALI GIANYAR dengan jenis muatan peti kemas yang dilakukan perencanaan sandar pada 23 Agustus 2016 (minggu terakhir bulan Agustus), sandar pada 31 Agustus pukul 22:55 dan selesai pada 1 September pukul 22:20 dengan total lama sandar adalah 23:42 jam dan sandar pada kade 107-210.

Berikut adalah hasil optimasi model matematis yang ditunjukkan pada, meliputi kode jenis muatan ( $c$ ), batas aman LoA ( $l$ ), lama sandar ( $t$ ), waktu labuh ( $e$ ), kade awal ( $p$ ), waktu mulai sandar ( $b$ ), waktu selesai sandar ( $u$ ).

Tabel 5-13 Hasil Rapat penyandingan Optimasi Dermaga Jambud Selatan Bulan Agustus 2016

|         | No       | Nama Kapal                  | Jenis Muatan    | Kode Muatan  | Batas Aman LoA | Labuh/Kedatangan (datu) | Kade Akhir     | Sandar         | Selesai Sandar |                |
|---------|----------|-----------------------------|-----------------|--------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Juli    | 1        | KM CAKRA KEMBAR SATU        | General Cargo   | 2            | 111            | 31-07-16 13:20          | 321.0          | 31-07-16 14:20 | 31-07-16 20:25 |                |
|         | 2        | MV SZECHUEN                 | General Cargo   | 2            | 205            | 28-07-16 22:02          | 526.0          | 31-07-16 1:00  | 02-08-16 4:21  |                |
|         | 3        | MV ANUGERAH BUANA II        | Unitized        | 2            | 95             | 01-08-16 12:00          | 635.0          | 01-08-16 13:00 | 03-08-16 2:25  |                |
| 1-8 Ags | 4        | KM CARAKA JAYA NIAGA III-14 | Peti Kemas      | 1            | 103            | 02-08-16 17:40          | 103.0          | 02-08-16 18:40 | 04-08-16 7:00  |                |
|         | 5        | KM MULTI KARYA I            | General Cargo   | 2            | 80             | 01-08-16 16:10          | 715.0          | 01-08-16 17:10 | 02-08-16 3:00  |                |
|         | 6        | KM MULTI KARYA I            | Peti Kemas      | 1            | 80             | 01-08-16 15:30          | 117.0          | 01-08-16 16:30 | 02-08-16 15:20 |                |
|         | 7        | LCT AYU 8                   | General Cargo   | 2            | 61             | 02-08-16 16:40          | 696.0          | 02-08-16 17:40 | 03-08-16 16:24 |                |
|         | 8        | MV THAI BINH 35             | General Cargo   | 2            | 85             | 25-07-16 9:10           | 800.0          | 31-07-16 1:00  | 02-08-16 0:50  |                |
|         | 9        | MV DA HAO                   | General Cargo   | 2            | 190            | 04-08-16 13:10          | 472.0          | 04-08-16 14:10 | 06-08-16 22:55 |                |
|         | 10       | KM SURYA PELANGI            | Peti Kemas      | 1            | 93             | 02-08-16 13:50          | 210.0          | 02-08-16 14:50 | 03-08-16 3:15  |                |
|         | 11       | KM MULTI PERMAI             | Peti Kemas      | 1            | 81             | 05-08-16 17:15          | 81.0           | 05-08-16 18:15 | 06-08-16 8:25  |                |
|         | 12       | KM BUNGA TERATAI XXV        | General Cargo   | 2            | 72             | 05-08-16 7:20           | 282.0          | 05-08-16 8:20  | 06-08-16 2:05  |                |
|         | 13       | TK MANDIRI 2                | General Cargo   | 2            | 89             | 05-08-16 10:35          | 561.0          | 05-08-16 11:35 | 07-08-16 19:10 |                |
|         | 14       | LCT RADJA SAMUDERA ABADI    | General Cargo   | 2            | 70             | 06-08-16 8:00           | 280.0          | 06-08-16 9:00  | 06-08-16 16:10 |                |
|         | 15       | KM DANDELION                | Peti Kemas      | 1            | 77             | 05-08-16 18:25          | 210.0          | 05-08-16 21:09 | 06-08-16 15:03 |                |
|         | 16       | KM MENANG JAYA              | General Cargo   | 2            | 92             | 07-08-16 20:05          | 302.0          | 07-08-16 21:05 | 09-08-16 13:23 |                |
|         | 17       | KM SURYA PELANGI            | Peti Kemas      | 1            | 81             | 06-08-16 7:00           | 81.0           | 06-08-16 8:25  | 07-08-16 21:30 |                |
|         | 18       | KM KINTAMANI                | Peti Kemas      | 1            | 85             | 04-08-16 3:11           | 210.0          | 04-08-16 4:11  | 05-08-16 21:09 |                |
|         | 8-15 Ags | 19                          | MV ISA WINTER   | Curah Kering | 2              | 127                     | 08-08-16 6:45  | 429.0          | 08-08-16 7:45  | 10-08-16 19:20 |
|         |          | 20                          | KM BARUNA RAYA  | Unitized     | 2              | 105                     | 09-08-16 23:45 | 534.0          | 10-08-16 0:45  | 11-08-16 10:02 |
|         |          | 21                          | KM ASIA PRIMA I | Peti Kemas   | 1              | 65                      | 08-08-16 16:30 | 65.0           | 08-08-16 17:30 | 09-08-16 10:31 |
| 22      |          | LCT AYU 188                 | Peti Kemas      | 1            | 72             | 09-08-16 12:50          | 210.0          | 09-08-16 13:50 | 09-08-16 20:20 |                |
| 23      |          | KM MULTI UTAMA I            | General Cargo   | 2            | 78             | 13-08-16 14:00          | 288.0          | 13-08-16 15:00 | 14-08-16 5:00  |                |
| 24      |          | KM INTAN DAYA 7             | Unitized        | 2            | 98             | 09-08-16 1:55           | 632.0          | 09-08-16 2:55  | 10-08-16 8:37  |                |

|           | No               | Nama Kapal                  | Jenis Muatan        | Kode Muatan   | Batas Aman LoA | Labuh/Kedatangan (date) | Kade Awal      | Kade Akhir     | Sandar         | Selesai Sandar |                |
|-----------|------------------|-----------------------------|---------------------|---------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 15-22 Ags | 25               | KM ASIA RAYA                | Bag Cargo           | 2             | 70             | 15-08-16 13:45          | 210            | 280            | 15-08-16 14:45 | 17-08-16 8:10  |                |
|           | 26               | TK MARINE POWER 3026        | Unitized            | 2             | 93             | 15-08-16 7:20           | 280            | 373            | 15-08-16 8:20  | 17-08-16 7:00  |                |
|           | 27               | KM SURYA PEKIK              | Peti Kemas          | 1             | 104            | 15-08-16 9:15           | 106            | 210            | 15-08-16 10:15 | 17-08-16 10:15 |                |
|           | 28               | KM TRIHANDAL 23             | General Cargo       | 2             | 52             | 06-08-16 10:00          | 373            | 425            | 15-08-16 1:00  | 15-08-16 4:50  |                |
|           | 29               | KM IS NO 5                  | General Cargo       | 2             | 63             | 17-08-16 15:00          | 0              | 63             | 17-08-16 16:00 | 20-08-16 9:15  |                |
|           | 30               | KM BAHAGIA SEJAHTERA        | General Cargo       | 2             | 73             | 18-08-16 7:35           | 210            | 283            | 18-08-16 8:35  | 19-08-16 9:20  |                |
|           | 31               | TK SM MAKMUR                | General Cargo       | 2             | 55             | 20-08-16 12:00          | 210            | 265            | 20-08-16 13:00 | 20-08-16 21:10 |                |
|           | 32               | TK KGM 25                   | Bag Cargo           | 2             | 84             | 19-08-16 22:30          | 265            | 349            | 19-08-16 23:30 | 23-08-16 10:15 |                |
|           | 33               | KM MULTI KARYA I            | Peti Kemas          | 1             | 80             | 19-08-16 7:25           | 130            | 210            | 19-08-16 22:15 | 20-08-16 21:32 |                |
|           | 34               | KM TANTO SURYA              | Peti Kemas          | 1             | 135            | 18-08-16 19:20          | 65             | 200            | 18-08-16 20:20 | 19-08-16 22:15 |                |
|           | 22-30 Ags        | 35                          | KM GRAHA ANGKASA II | General Cargo | 2              | 73                      | 22-08-16 8:23  | 349            | 422            | 22-08-16 9:23  | 26-08-16 9:05  |
|           |                  | 36                          | MV OCEAN HAWK I     | General Cargo | 2              | 184                     | 22-08-16 12:40 | 480            | 664            | 22-08-16 13:40 | 25-08-16 5:10  |
|           |                  | 37                          | CB BESTLINK 88      | General Cargo | 2              | 48                      | 23-08-16 18:00 | 664            | 712            | 23-08-16 19:00 | 24-08-16 0:30  |
|           |                  | 38                          | KM AYU 38           | General Cargo | 2              | 58                      | 24-08-16 7:45  | 422            | 480            | 24-08-16 8:45  | 24-08-16 19:43 |
| 39        |                  | LCT ADMIRAL AMIR 2          | General Cargo       | 2             | 65             | 24-08-16 7:57           | 664            | 729            | 24-08-16 8:57  | 24-08-16 12:00 |                |
| 40        |                  | KM ASIA PRIMA I             | Peti Kemas          | 1             | 65             | 24-08-16 8:25           | 0              | 65             | 24-08-16 9:25  | 24-08-16 20:55 |                |
| 41        |                  | KM MEGAH PACIFIC            | Peti Kemas          | 1             | 65             | 23-08-16 7:20           | 138            | 203            | 23-08-16 8:20  | 23-08-16 22:14 |                |
| 42        |                  | KM CARAKA JAYA NIAGA III/22 | Peti Kemas          | 1             | 103            | 23-08-16 10:00          | 0              | 103            | 23-08-16 18:42 | 24-08-16 2:42  |                |
| 43        |                  | KM MULTI MANDIRI            | Peti Kemas          | 1             | 79             | 22-08-16 15:20          | 59             | 138            | 22-08-16 16:20 | 23-08-16 18:42 |                |
| 44        |                  | KM BALI GIANYAR             | Peti Kemas          | 1             | 103            | 23-08-16 20:15          | 107            | 210            | 23-08-16 22:14 | 24-08-16 12:39 |                |
| 45        |                  | KM MULTI PERMAI             | Peti Kemas          | 1             | 81             | 20-08-16 8:45           | 26             | 107            | 22-08-16 1:00  | 22-08-16 16:09 |                |
| 46        |                  | KM MULTI UTAMA I            | General Cargo       | 2             | 78             | 28-08-16 7:30           | 210            | 288            | 28-08-16 8:30  | 28-08-16 18:31 |                |
| 47        |                  | KM MULTI PRIMA              | Peti Kemas          | 1             | 63             | 27-08-16 14:30          | 0              | 63             | 27-08-16 15:30 | 28-08-16 6:45  |                |
| 48        |                  | MV HANGLIMA                 | General Cargo       | 2             | 90             | 29-08-16 12:05          | 0              | 90             | 29-08-16 13:05 | 30-08-16 8:20  |                |
| 49        |                  | KM MULTI KARYA I            | General Cargo       | 2             | 80             | 29-08-16 18:00          | 210            | 290            | 29-08-16 19:00 | 30-08-16 10:27 |                |
| 50        |                  | MV AN THANG 68              | General Cargo       | 2             | 85             | 27-08-16 14:45          | 288            | 373            | 27-08-16 15:45 | 28-08-16 14:55 |                |
| 51        |                  | KM LUMOSO SELAMAT           | Peti Kemas          | 1             | 112            | 29-08-16 12:35          | 98             | 210            | 29-08-16 13:35 | 31-08-16 14:25 |                |
| 52        |                  | KM BALI GIANYAR             | Peti Kemas          | 1             | 103            | 30-08-16 8:41           | 107            | 210            | 31-08-16 22:55 | 01-09-16 22:20 |                |
| 53        | MV EL JOY        | Peti Kemas                  | 1                   | 57            | 31-08-16 17:30 | 153                     | 210            | 31-08-16 18:30 | 31-08-16 22:55 |                |                |
| 54        | KM SURYA PELANGI | Peti Kemas                  | 1                   | 93            | 31-08-16 9:20  | 0                       | 93             | 31-08-16 10:20 | 02-09-16 9:45  |                |                |

## 5.5 Rangkuman Hasil Optimasi

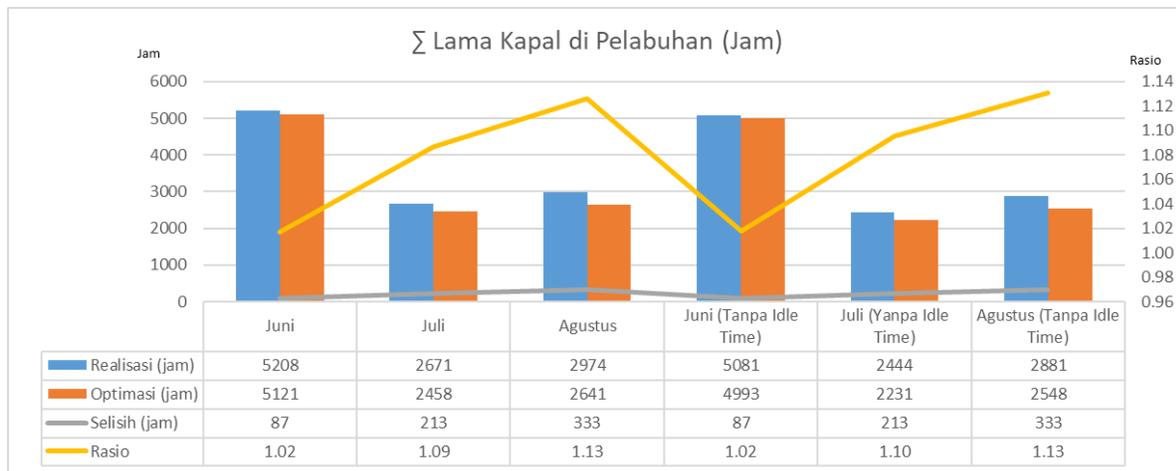
Didapatkan data realisasi dan optimasi atas keseluruhan kegiatan perencanaan sandar kapal. Terdapat dua indikator yang menjadi perbandingan dalam penelitian ini:

### 5.5.1 Indikator Waktu Kapal

Hal yang menjadi ukuran dalam perbandingan antara capaian realisasi dermaga dengan optimasi adalah lama waktu kapal di pelabuhan. Hal ini meliputi keseluruhan kegiatan yaitu dari kapal labuh hingga selesai sandar.

Tabel 5-14 Total Seluruh Lama Kapal di Pelabuhan Jamrud Utara/Barat

| Bulan                     | Realisasi (jam) | Optimasi (jam) | Rasio | Selisih (jam) |
|---------------------------|-----------------|----------------|-------|---------------|
| Juni                      | 5208            | 5121           | 1.02  | 87            |
| Juli                      | 2671            | 2458           | 1.09  | 213           |
| Agustus                   | 2974            | 2641           | 1.13  | 333           |
| Juni (Tanpa Idle Time)    | 5081            | 4993           | 1.02  | 87            |
| Juli (Tanpa Idle Time)    | 2444            | 2231           | 1.10  | 213           |
| Agustus (Tanpa Idle Time) | 2881            | 2548           | 1.13  | 333           |



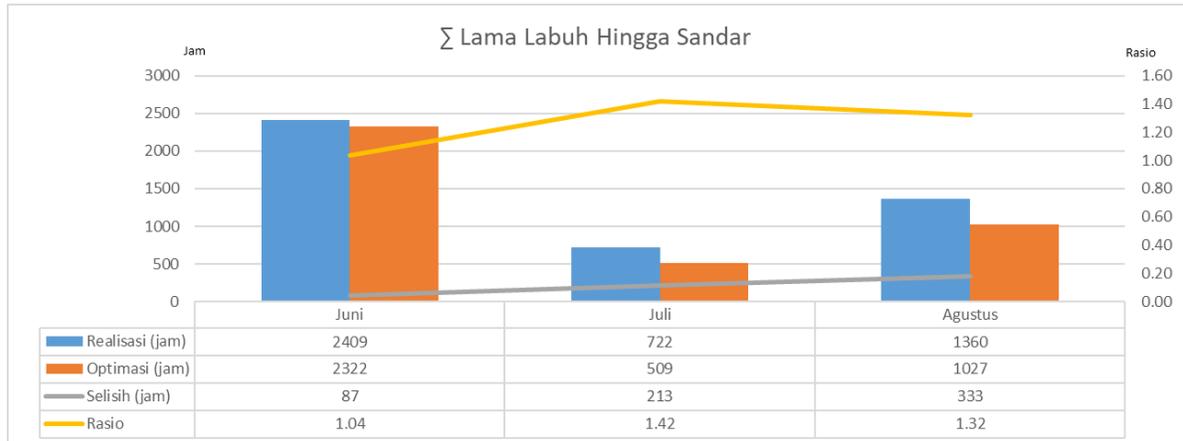
Gambar 5-16 Grafik Keseluruhan Lama Kapal di Pelabuhan Jamrud Utara/Barat

Pada Tabel 5-14 didapatkan data dari tiga bulan (Juni, Juli, Agustus) terhadap total lama waktu kapal di pelabuhan. Pada bulan Juni, realisasi perencanaan sandar menunjukkan waktu total selama 5208 jam. Sedangkan hasil optimasi terhadap perencanaan menunjukkan waktu 5121 jam, lebih singkat 87 jam (2%) daripada data realisasi.

Pada bulan Juli, realisasi perencanaan sandar menunjukkan total waktu selama 2671 jam. Sedangkan hasil optimasi terhadap perencanaan menunjukkan penghematan waktu selama 213 jam (8%) lebih singkat, dengan hasil selama 2458 jam. Pada bulan Agustus, realisasi perencanaan sandar menunjukkan total waktu selama 2974 jam, lebih lama 333 jam (11%) lebih singkat terhadap hasil optimasi terhadap perencanaan yaitu, 2641 jam.

Tabel 5-15 Total Seluruh Lama Kapal Labuh Hingga Sandar di Pelabuhan Jamrud Utara/Barat

| Σ Lama Labuh Hingga Sandar Jamrud Utara/Barat |                 |                |       |               |
|---|-----------------|----------------|-------|---------------|
| Bulan   | Realisasi (jam) | Optimasi (jam) | Rasio | Selisih (jam) |
| Juni  | 2409            | 2322           | 1.04  | 87            |
| Juli  | 722             | 509            | 1.42  | 213           |
| Agustus                                       | 1360            | 1027           | 1.32  | 333           |



Gambar 5-17 Grafik Keseluruhan Lama Labuh Hingga Sandar Jamrud Utara/Barat

Gambar 5-17 menunjukkan perbedaan lama waktu tunggu kapal hingga sandar antara perencanaan dengan hasil optimasi. Bagian ini merupakan tolok ukur utama apakah model matematis berhasil meminimasi waktu tunggu kapal dari labuh hingga sandar pada dermaga Jamrud Utara/Barat.

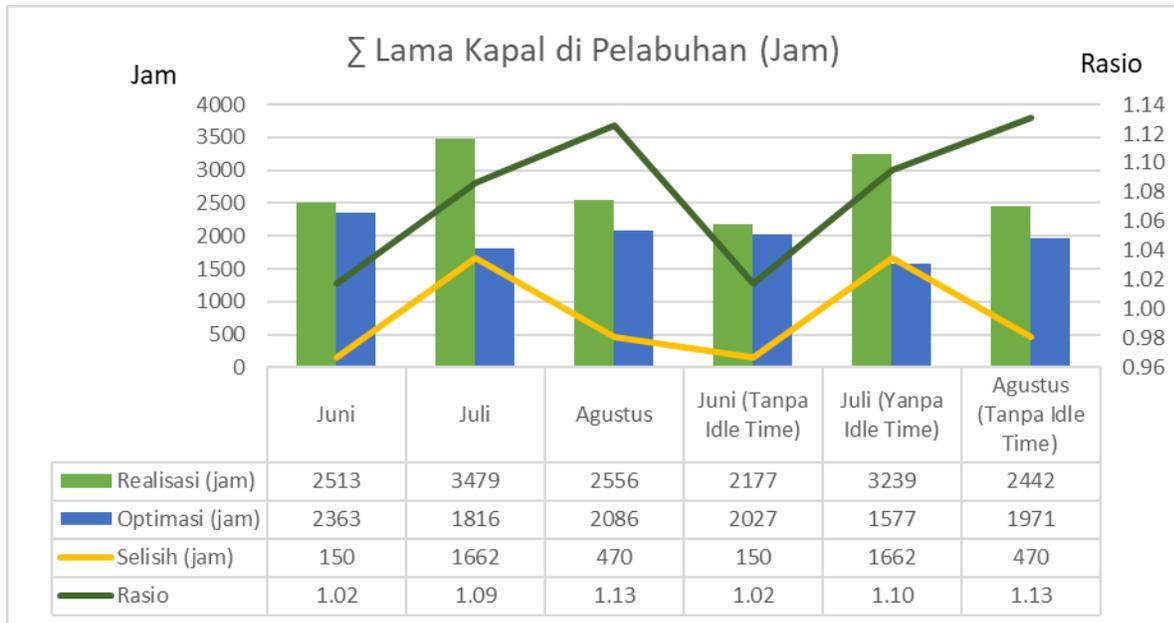
Pada bulan Juni, hasil optimasi terhadap perencanaan sandar menunjukkan total keseluruhan waktu tunggu hingga sandar kapal selama 2322 jam, membuktikan penghematan waktu tunggu keseluruhan kapal selama 87 jam (4%) dengan capaian realisasi yaitu 2409 jam.

Pada bulan Juli, hasil optimasi terhadap perencanaan sandar menunjukkan total keseluruhan waktu tunggu hingga sandar kapal selama 509 jam, membuktikan penghematan waktu tunggu keseluruhan kapal selama 213 jam (30%) dengan capaian realisasi yaitu 722 jam.

Pada bulan Agustus, hasil optimasi terhadap perencanaan sandar menunjukkan total keseluruhan waktu tunggu hingga sandar kapal selama 1027 jam, membuktikan penghematan waktu tunggu keseluruhan kapal selama 333 jam (24%) dengan capaian realisasi yaitu 1360 jam.

Tabel 5-16 Total Seluruh Lama Kapal di Pelabuhan Jamrud Selatan

| Σ Lama Kapal di Pelabuhan Jamrud Selatan |                 |                |       |               |
|--|-----------------|----------------|-------|---------------|
| Bulan                                    | Realisasi (jam) | Optimasi (jam) | Rasio | Selisih (jam) |
| Juni                                     | 2513            | 2363           | 1.06  | 150           |
| Juli                                     | 3479            | 1816           | 1.92  | 1662          |
| Agustus                                  | 2556            | 2086           | 1.23  | 470           |
| Juni (Tanpa Idle Time)                   | 2177            | 2027           | 1.07  | 150           |
| Juli (Tanpa Idle Time)                   | 3239            | 1577           | 2.05  | 1662          |
| Agustus (Tanpa Idle Time)                | 2442            | 1971           | 1.24  | 470           |



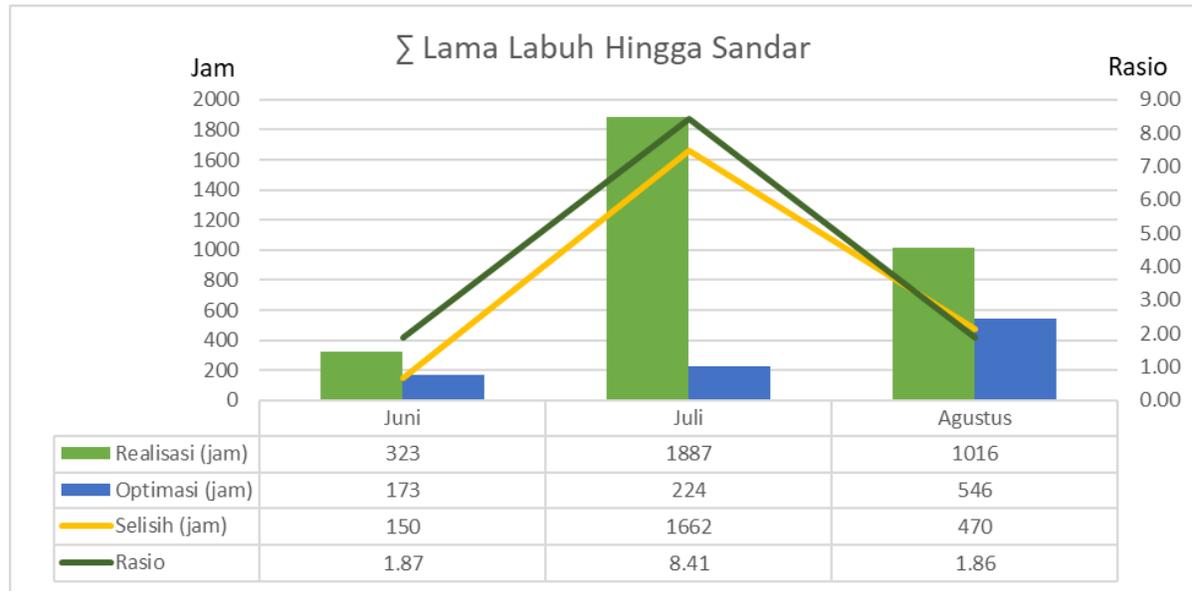
Gambar 5-18 Grafik Keseluruhan Lama Kapal di Pelabuhan Jamrud Selatan

Pada Gambar 5-18 didapatkan data dari tiga bulan (Juni, Juli, Agustus) terhadap total lama waktu kapal di pelabuhan. Pada bulan Juni, realisasi perencanaan sandar menunjukkan waktu total selama 2430 jam. Sedangkan hasil optimasi terhadap perencanaan menunjukkan waktu yang lebih cepat 67 jam (6%), yaitu dengan total 2363 jam.

Pada bulan Juli, realisasi perencanaan sandar menunjukkan total waktu selama 3479 jam. Sedangkan hasil optimasi terhadap perencanaan menunjukkan penghematan waktu selama 1662 jam (48%) lebih singkat, dengan hasil selama 1662 jam. Pada bulan Agustus, realisasi perencanaan sandar menunjukkan total waktu selama 2556 jam, lebih lama 470 jam (18%) lebih singkat terhadap hasil optimasi terhadap perencanaan yaitu, 2086 jam.

Tabel 5-17 Total Seluruh Lama Kapal Labuh Hingga Sandar di Pelabuhan Jamrud Selatan

| Σ Lama Labuh Hingga Sandar Jamrud Selatan |                 |                |       |               |
|---|-----------------|----------------|-------|---------------|
| Bulan                                     | Realisasi (jam) | Optimasi (jam) | Rasio | Selisih (jam) |
| Juni                                      | 323             | 173            | 1.87  | 150           |
| Juli                                      | 1887            | 224            | 8.41  | 1662          |
| Agustus                                   | 1016            | 546            | 1.86  | 470           |



Gambar 5-19 Grafik Keseluruhan Lama Labuh Hingga Sandar Jamrud Selatan

Gambar 5-19 menunjukkan perbedaan lama waktu tunggu kapal hingga sandar antara perencanaan dengan hasil optimasi. Bagian ini merupakan tolok ukur utama apakah model matematis berhasil meminimasi waktu tunggu kapal dari labuh hingga sandar pada dermaga Jamrud Utara/Barat.

Pada bulan Juni, hasil optimasi terhadap perencanaan sandar menunjukkan total keseluruhan waktu tunggu hingga sandar kapal selama 173 jam, membuktikan penghematan waktu tunggu keseluruhan kapal selama 150 jam (47%) dengan capaian realisasi yaitu 323 jam.

Pada bulan Juli, hasil optimasi terhadap perencanaan sandar menunjukkan total keseluruhan waktu tunggu hingga sandar kapal selama 224 jam, membuktikan penghematan waktu tunggu keseluruhan kapal selama 1662 jam (88%) dengan capaian realisasi yaitu 1887 jam.

Pada bulan Agustus, hasil optimasi terhadap perencanaan sandar menunjukkan total keseluruhan waktu tunggu hingga sandar kapal selama 546 jam, membuktikan penghematan waktu tunggu keseluruhan kapal selama 470 jam (46%) dengan capaian realisasi yaitu 1016 jam.

### 5.5.2 Indikator Biaya

Dalam proses penyandaran kapal, terdapat kapal-kapal yang berpotensi menunggu antrian untuk sandar. Pada kondisi tersebut kapal diharuskan menunggu di daerah labuh selama beberapa waktu, yang mana konsumsi bahan bakar mesin bantu terus berjalan. Adapun dalam menghitung biaya mesin bantu sebuah kapal selama waktu tunggu labuh hingga sandar digunakan perhitungan:

$$\text{Konsumsi BBM mesin bantu} = (SFR \text{ Aux} * \text{Total Daya}) * (\text{Waktu Sandar} - \text{Waktu Labuh}) * MDO$$

Keterangan:

SFR Aux = Konsumsi bahan bakar mesin bantu (ton/kwh)

Total Daya = Daya mesin bantu \* Jumlah mesin bantu (KW)

Waktu Sandar (Jam)

Waktu Labuh (Jam)

MDO = Harga 1 liter MDO (Rupiah)

$$\text{Total Daya} = \text{Daya mesin kapal muatan } c \in C * \text{Jumlah Mesin}$$

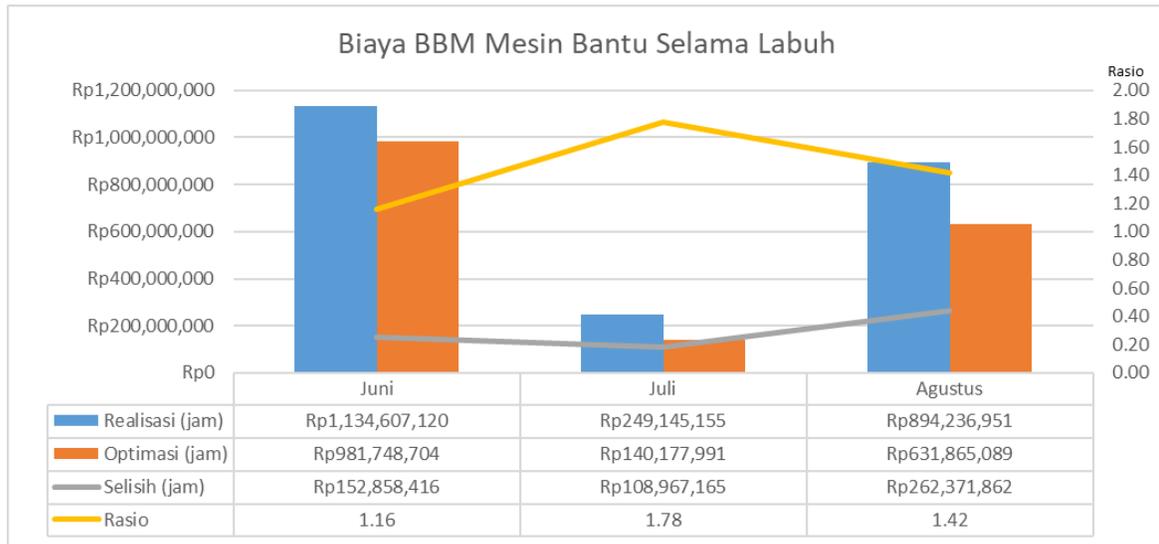
Dimana:

$$\text{Daya mesin kapal muatan } c \in C = (\text{slope} * \text{Payload Kapal} + \text{intercept})$$

Adapun regresi *payload* kapal dengan mesin bantu tiap jenis muatan terdapat pada bagian lampiran.

Tabel 5-18 Total Biaya Mesin Bantu Seluruh Kapal Saat Labuh Jamrud Utara/Barat

| Biaya BBM Mesin Bantu dari Labuh hingga Sandar Jamrud Utara/Barat |                 |                |       |               |
|---|-----------------|----------------|-------|---------------|
| Bulan   | Realisasi (jam) | Optimasi (jam) | Rasio | Selisih (jam) |
| Juni  | Rp1,134,607,120 | Rp981,748,704  | 1.16  | Rp152,858,416 |
| Juli  | Rp249,145,155   | Rp140,177,991  | 1.78  | Rp108,967,165 |
| Agustus   | Rp894,236,951   | Rp631,865,089  | 1.42  | Rp262,371,862 |

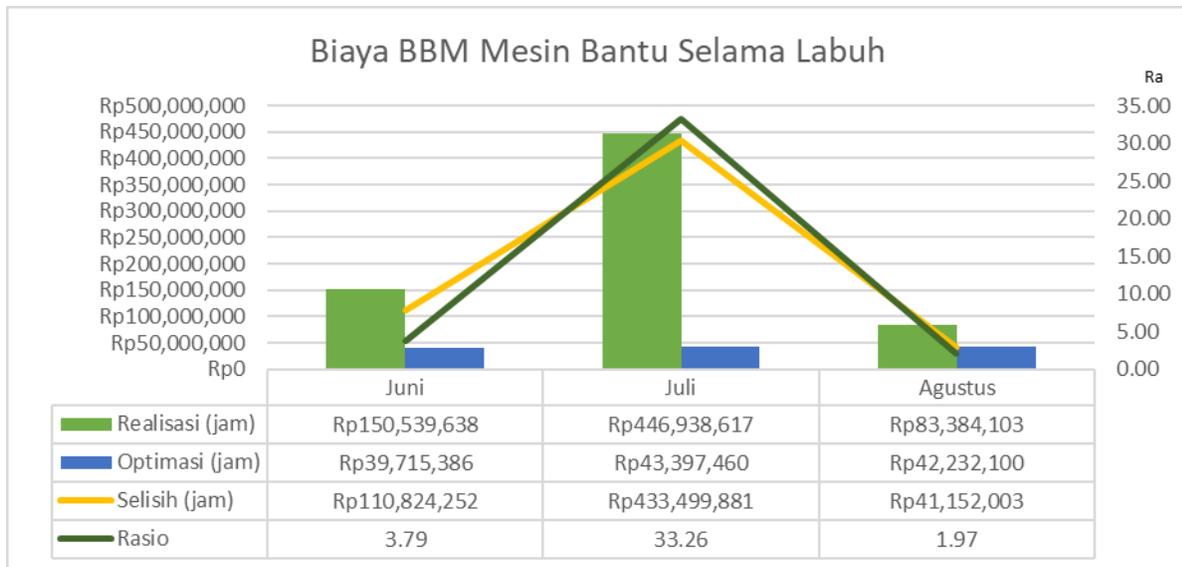


Gambar 5-20 Grafik Keseluruhan Biaya Konsumsi BBM Mesin Bantu Saat Labuh Hingga Sandar Jamrud Utara/Barat

Pada dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Juni terjadi penghematan sebesar 152 Juta Rupiah (13%) atas konsumsi bahan bakar mesin bantu data realisasi. Penghematan paling signifikan terjadi pada bulan Juli yaitu sebesar 108 Juta rupiah (44%) dari data realisasi. Sedangkan pada bulan Agustus penghematan biaya bahan bakar mesin bantu sebesar 262 Juta rupiah (29%) dari data realisasi.

Tabel 5-19 Total Biaya Mesin Bantu Seluruh Kapal Saat Labuh Jamrud Selatan

| Biaya BBM Mesin Bantu dari Labuh hingga Sandar Jamrud Selatan |                 |                |       |               |
|---|-----------------|----------------|-------|---------------|
| Bulan   | Realisasi (jam) | Optimasi (jam) | Rasio | Selisih (jam) |
| Juni  | Rp150,539,638   | Rp39,715,386   | 3.79  | Rp110,824,252 |
| Juli  | Rp446,938,617   | Rp43,397,460   | 33.26 | Rp433,499,881 |
| Agustus   | Rp83,384,103    | Rp42,232,100   | 1.97  | Rp41,152,003  |



Gambar 5-21 Grafik Keseluruhan Biaya Konsumsi BBM Mesin Bantu Saat Labuh Hingga Sandar Jamrud Selatan

Pada dermaga Jamrud Selatan bulan Juni terjadi penghematan sebesar 110 Juta Rupiah (74%) atas konsumsi bahan bakar mesin bantu dari data realisasi. Penghematan paling signifikan terjadi pada bulan Juli yaitu sebesar 433 Juta rupiah (97%) dari data realisasi. Sedangkan pada bulan Agustus penghematan biaya bahan bakar mesin bantu hanya sebesar 41 Juta rupiah (49%) dari data realisasi.



## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

1. Model matematis yang diusulkan pada penelitian ini dapat menjadi alternatif dalam perencanaan alokasi sandar kapal di sebuah pelabuhan/terminal, berdasarkan:
  - Tujuan
    - Meminimasi keseluruhan lama waktu kapal di pelabuhan.
  - Batasan
    - Tidak ada yang bertabrakan pada dimensi waktu dalam perencanaan.
    - Tidak ada yang bertabrakan pada dimensi posisi dalam perencanaan.
    - Kapal harus bertambat pada dermaga tertentu berdasarkan jenis muatan yang dibawa.
  - Parameter
    - Panjang Dermaga, Jangka waktu Perencanaan.
    - Waktu labuh, Waktu lama sandar, *Approaching Time*, Panjang Kapal.
    - Pembagian Dermaga.
2. Penelitian ini membuktikan bahwa terdapat peran penting dalam penentuan lokasi dan waktu mulai sandar yang dilakukan pihak perencana pada perencanaan alokasi sandar kapal di sebuah pelabuhan/terminal. Faktor yang menentukan perencana tambatan dalam membuat perencanaan diantaranya:
  - Prioritas kedatangan kapal berdasarkan waktu labuh.
  - Kesiapan pihak kapal untuk sandar.
  - Penempatan lokasi (kade) sandar kapal di dermaga berdasarkan jenis muatan
  - Keterbatasan zona dermaga dengan panjang kapal.
  - Keberadaan kapal yang sedang sandar di dermaga Terminal Jamrud.

Dimana setelah dilakukan optimasi dalam perencanaan sandar kapal di dermaga, terdapat penurunan terhadap *turn round time* (TRT) kapal-kapal yang sandar di pelabuhan selama bulan Juni, Juli, Agustus.

3.1 Model matematis yang digunakan dalam penelitian ini dibuat berdasarkan tujuan meminimasi lama tunggu kapal dari labuh hingga tambat menunjukkan hasil yang lebih baik dimana optimasi dapat mempersingkat waktu tunggu kapal dari labuh hingga sandar sebesar:

- Dermaga Utara/Barat bulan Juni sebesar 2% (87 jam)
- Dermaga Utara/Barat bulan Juli sebesar 8% (213 jam)
- Dermaga Utara/Barat bulan Agustus sebesar 11% (333 jam)
- Dermaga Selatan bulan Juni sebesar 6% (67 jam)
- Dermaga Selatan bulan Juli sebesar 48% (1662 jam)
- Dermaga Selatan bulan Agustus sebesar 18% (470 jam)

3.2 Waktu tunggu kapal berpengaruh pada konsumsi bahan bakar mesin bantu yang dipakai saat kapal labuh, hasil optimasi menunjukkan penghematan atas biaya bahan bakar mesin bantu sebesar:

- Keseluruhan kapal di dermaga Utara/Barat bulan Juni sebesar 13% (152 Juta Rupiah)
- Keseluruhan kapal di dermaga Utara/Barat bulan Juli sebesar 44% (108 Juta Rupiah)
- Keseluruhan kapal di dermaga Utara/Barat bulan Agustus sebesar 29% (262 Juta Rupiah)
- Keseluruhan kapal di dermaga Selatan bulan Juni sebesar 74% (110 Juta Rupiah)
- Keseluruhan kapal di dermaga Selatan bulan Juli sebesar 97% (433 Juta Rupiah)
- Keseluruhan kapal di dermaga Selatan bulan Agustus sebesar 49% (41 Juta Rupiah)

## 6.2 Saran

Pada penelitian ini berfokus pada evaluasi dari kegiatan perencanaan kegiatan sandar kapal di dermaga dengan variabel kedatangan kapal, *idle time* yang bersifat deterministik (ditentukan), maka perlu adanya penelitian terkait simulasi penyandaran kapal di dermaga dengan masukan (*input*) data yang bersifat stokastik (belum pasti). Di samping itu, model evaluasi perencanaan sandar pada penelitian ini dapat menjadi usulan dalam melihat kinerja perencanaan tambatan pelabuhan/terminal.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, K. P. (2016). *Analisis Kinerja Pelayanan Bongkar Muat Pada Terminal Jamrud Berdasarkan Model Sistem Antrian (Studi Kasus Pada Terminal Jamrud PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak)*. Malang: Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya.
- Farmita, A. R. (2016, April 15). *Tempo.co: Bisnis*. Retrieved from TEMPO.CO: <http://m.tempo.co>
- Ivan Bridi Gimenes Rodrigues, R. d. (2015). Mathematical model for the Berth Allocation Problem in ports with cargo operation limitations along the pier. *Gest. Prod.*
- J. F Cordeau, G. L. (2005). Models and Tabu search heuristics for the berth-allocation problem. *Transportation Science*, 39, 526–38.
- Kamal, M. S. (2016). *Analisis Daya Saing Terminal Peti Kemas di Indonesia*. Surabaya: ITS.
- Moorthy, R., & Teo, C.-P. (2006). Berth Management in Container Terminal: The Template Design Problem. *OR Spectrum* 28, 495-518.
- Pelindo III, P. I. (2017, April 13). *Profil Perusahaan: Cabang Anak Perusahaan*. Diambil kembali dari Pelindo III: <https://www.pelindo.co.id/profil-perusahaan/cabang-anak-perusahaan/cabang-perusahaan/q/tanjung-perak>
- PT.Pelindo, I. (2012). *Laporan Tahunan*. Jakarta.
- R.Stahlbock, S. (2008). Operations research at container terminals: a literature update. *OR-Spektrum* 30(1), 1-52.
- Santosa, B., & Paul, W. (2011). *Metoda Metaheuristik Konsep dan Implementasi*. Surabaya: Guna Widya.
- Steenken, D., Voß, S., & Stahlbock, R. (2004). Container terminal operations and operations research: a classification and literature review. *OR Spectrum*, 3-49.
- Supriyono. (2009). *Analisa Kinerja Terminal Petikemas di Tanjung Perak Surabaya*.

Triatmodjo, B. (2009). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.

Velsink, H., & Ligteringen, H. (2012). *Ports and Terminals*. Faculty of Civil Engineering and Geosciences Delft University of Technology.

## LAMPIRAN

### Hasil Optimasi dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Juni 2016

Feasible solution found.  
Objective value: 4095.350  
Objective bound: 3023.735  
Infeasibilities: 0.4263256E-11  
Extended solver steps: 93298  
Total solver iterations: 4443463

posisi b:

Kapal ke- 1 sandar jam ke- 23.5  
Kapal ke- 2 sandar jam ke- 36.466667  
Kapal ke- 3 sandar jam ke- 46.583333  
Kapal ke- 4 sandar jam ke- 66  
Kapal ke- 5 sandar jam ke- 83  
Kapal ke- 6 sandar jam ke- 129.31667  
Kapal ke- 7 sandar jam ke- 102  
Kapal ke- 8 sandar jam ke- 128.33333  
Kapal ke- 9 sandar jam ke- 160.4  
Kapal ke- 10 sandar jam ke- 159.13333  
Kapal ke- 11 sandar jam ke- 242.16667  
Kapal ke- 12 sandar jam ke- 179.05  
Kapal ke- 13 sandar jam ke- 121  
Kapal ke- 14 sandar jam ke- 287.31667  
Kapal ke- 15 sandar jam ke- 286.63333  
Kapal ke- 16 sandar jam ke- 272.25  
Kapal ke- 17 sandar jam ke- 160.4  
Kapal ke- 18 sandar jam ke- 239.4  
Kapal ke- 19 sandar jam ke- 385.4  
Kapal ke- 20 sandar jam ke- 362.11667  
Kapal ke- 21 sandar jam ke- 359.11667  
Kapal ke- 22 sandar jam ke- 392  
Kapal ke- 23 sandar jam ke- 393.08333  
Kapal ke- 24 sandar jam ke- 399.16667  
Kapal ke- 25 sandar jam ke- 476.75  
Kapal ke- 26 sandar jam ke- 459.28333  
Kapal ke- 27 sandar jam ke- 375  
Kapal ke- 28 sandar jam ke- 302.15  
Kapal ke- 29 sandar jam ke- 486.88333  
Kapal ke- 30 sandar jam ke- 553.31667  
Kapal ke- 31 sandar jam ke- 659.55  
Kapal ke- 32 sandar jam ke- 471.76667  
Kapal ke- 33 sandar jam ke- 659.55  
Kapal ke- 34 sandar jam ke- 463.91667  
Kapal ke- 35 sandar jam ke- 544.25  
Kapal ke- 36 sandar jam ke- 597.91667

Kapal ke- 37 sandar jam ke- 546  
Kapal ke- 38 sandar jam ke- 672.21667  
Kapal ke- 39 sandar jam ke- 564.16667  
Kapal ke- 40 sandar jam ke- 773.55  
Kapal ke- 41 sandar jam ke- 637.66667  
Kapal ke- 42 sandar jam ke- 700.75  
Kapal ke- 43 sandar jam ke- 713.41667  
Kapal ke- 44 sandar jam ke- 659.55  
posisi p:

Kapal ke- 1 sandar pada kade- 800  
Kapal ke- 2 sandar pada kade- 605.1  
Kapal ke- 3 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 4 sandar pada kade- 1034  
Kapal ke- 5 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 6 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 7 sandar pada kade- 1305  
Kapal ke- 8 sandar pada kade- 800.1  
Kapal ke- 9 sandar pada kade- 1040.73  
Kapal ke- 10 sandar pada kade- 605  
Kapal ke- 11 sandar pada kade- 1215.1  
Kapal ke- 12 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 13 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 14 sandar pada kade- 1235  
Kapal ke- 15 sandar pada kade- 800  
Kapal ke- 16 sandar pada kade- 497.25  
Kapal ke- 17 sandar pada kade- 1215.1  
Kapal ke- 18 sandar pada kade- 601  
Kapal ke- 19 sandar pada kade- 605.01  
Kapal ke- 20 sandar pada kade- 1176  
Kapal ke- 21 sandar pada kade- 497.25  
Kapal ke- 22 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 23 sandar pada kade- 800  
Kapal ke- 24 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 25 sandar pada kade- 557  
Kapal ke- 26 sandar pada kade- 626  
Kapal ke- 27 sandar pada kade- 690  
Kapal ke- 28 sandar pada kade- 1065  
Kapal ke- 29 sandar pada kade- 605  
Kapal ke- 30 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 31 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 32 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 33 sandar pada kade- 661  
Kapal ke- 34 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 35 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 36 sandar pada kade- 800  
Kapal ke- 37 sandar pada kade- 1090  
Kapal ke- 38 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 39 sandar pada kade- 1275  
Kapal ke- 40 sandar pada kade- 532  
Kapal ke- 41 sandar pada kade- 1275  
Kapal ke- 42 sandar pada kade- 665  
Kapal ke- 43 sandar pada kade- 1176  
Kapal ke- 44 sandar pada kade- 537

LINGO 11.0 Solver Status [Model Jun\_JU\_AT\_model baru] ✕

| Solver Status          |              | Variables                  |       |
|------------------------|--------------|----------------------------|-------|
| Model Class:           | ILP          | Total:                     | 4004  |
| State:                 | Global Opt   | Nonlinear:                 | 0     |
| Objective:             | 2560.33      | Integers:                  | 3872  |
| Infeasibility:         | 3.50164e-013 | Constraints                |       |
| Iterations:            | 4455291      | Total:                     | 5897  |
|                        |              | Nonlinear:                 | 0     |
| Extended Solver Status |              | Nonzeros                   |       |
| Solver Type            | B-and-B      | Total:                     | 19228 |
| Best Obj:              | 2560.33      | Nonlinear:                 | 0     |
| Obj Bound:             | 2560.33      | Generator Memory Used (K)  |       |
| Steps:                 | 79451        | 1048                       |       |
| Active:                | 0            | Elapsed Runtime (hh:mm:ss) |       |
|                        |              | 00:12:48                   |       |

Update Interval:  Interrupt Solver Close

Lampiran 1 LINGO Model Jamrud Utara/Barat Bulan Juni 2016

## Hasil Optimasi dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Juli 2016

Global optimal solution found.

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Objective value:         | 2167.049      |
| Objective bound:         | 2167.049      |
| Infeasibilities:         | 0.1136868E-12 |
| Extended solver steps:   | 42            |
| Total solver iterations: | 4560          |

posisi b:

Kapal ke- 1 sandar jam ke- 87.5  
Kapal ke- 2 sandar jam ke- 65.25  
Kapal ke- 3 sandar jam ke- 46.15  
Kapal ke- 4 sandar jam ke- 185.75  
Kapal ke- 5 sandar jam ke- 174.25  
Kapal ke- 6 sandar jam ke- 312.75  
Kapal ke- 7 sandar jam ke- 280.25  
Kapal ke- 8 sandar jam ke- 297  
Kapal ke- 9 sandar jam ke- 293.5  
Kapal ke- 10 sandar jam ke- 311.3  
Kapal ke- 11 sandar jam ke- 377.5  
Kapal ke- 12 sandar jam ke- 409.66667  
Kapal ke- 13 sandar jam ke- 439.8  
Kapal ke- 14 sandar jam ke- 482.58333  
Kapal ke- 15 sandar jam ke- 472.33333  
Kapal ke- 16 sandar jam ke- 468.66667  
Kapal ke- 17 sandar jam ke- 460.41667  
Kapal ke- 18 sandar jam ke- 529  
Kapal ke- 19 sandar jam ke- 533.33333  
Kapal ke- 20 sandar jam ke- 567.41667  
Kapal ke- 21 sandar jam ke- 663.5  
Kapal ke- 22 sandar jam ke- 668.5  
Kapal ke- 23 sandar jam ke- 691.75  
Kapal ke- 24 sandar jam ke- 623.5  
Kapal ke- 25 sandar jam ke- 657  
Kapal ke- 26 sandar jam ke- 681.66667  
Kapal ke- 27 sandar jam ke- 745.75

posisi p:

Kapal ke- 1 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 2 sandar pada kade- 800  
Kapal ke- 3 sandar pada kade- 1034  
Kapal ke- 4 sandar pada kade- 608  
Kapal ke- 5 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 6 sandar pada kade- 910  
Kapal ke- 7 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 8 sandar pada kade- 1105  
Kapal ke- 9 sandar pada kade- 1288  
Kapal ke- 10 sandar pada kade- 800  
Kapal ke- 11 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 12 sandar pada kade- 910  
Kapal ke- 13 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 14 sandar pada kade- 612

Kapal ke- 15 sandar pada kade- 800  
 Kapal ke- 16 sandar pada kade- 668  
 Kapal ke- 17 sandar pada kade- 1225  
 Kapal ke- 18 sandar pada kade- 400  
 Kapal ke- 19 sandar pada kade- 1175  
 Kapal ke- 20 sandar pada kade- 800  
 Kapal ke- 21 sandar pada kade- 1225  
 Kapal ke- 22 sandar pada kade- 400  
 Kapal ke- 23 sandar pada kade- 400  
 Kapal ke- 24 sandar pada kade- 595  
 Kapal ke- 25 sandar pada kade- 400  
 Kapal ke- 26 sandar pada kade- 400  
 Kapal ke- 27 sandar pada kade- 621

LINGO 11.0 Solver Status [Model Jul\_JU\_Revisi] ×

|  |            |                                      |      |
|--|------------|--------------------------------------|------|
| <b>Solver Status</b>                                   |            | <b>Variables</b>                     |      |
| Model Class:   | IIP        | Total:                               | 1539 |
| State:   | Global Opt | Nonlinear:                           | 0    |
| Objective:   | 2167.05    | Integers:                            | 1458 |
| Infeasibility:   | 0          | <b>Constraints</b>                   |      |
| Iterations:  | 3377       | Total:                               | 2242 |
| <b>Extended Solver Status</b>                          |            | Nonlinear:                           | 0    |
| Solver Type  | B-and-B    | <b>Nonzeros</b>                      |      |
| Best Obj:  | 2167.05    | Total:                               | 7209 |
| Obj Bound:   | 2167.05    | Nonlinear:                           | 0    |
| Steps:   | 31         | <b>Generator Memory Used (K)</b>     |      |
| Active:  | 0          | 412                                  |      |
| <b>Update Interval:</b> <input type="text" value="2"/> |            | <b>Elapsed Runtime (hh:mm:ss)</b>    |      |
| <input type="button" value="Interrupt Solver"/>        |            | 00 : 00 : 02                         |      |
|  |            | <input type="button" value="Close"/> |      |

Lampiran 2 LINGO Model Jamrud Utara/Barat Bulan Juli 2016

## Hasil Optimasi dermaga Jamrud Utara/Barat bulan Agustus 2016

Global optimal solution found.

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Objective value:         | 1724.817      |
| Objective bound:         | 1724.817      |
| Infeasibilities:         | 0.2273737E-12 |
| Extended solver steps:   | 8964          |
| Total solver iterations: | 244921        |

posisi b:

Kapal ke- 1 sandar jam ke- 1  
Kapal ke- 2 sandar jam ke- 1  
Kapal ke- 3 sandar jam ke- 1  
Kapal ke- 4 sandar jam ke- 1  
Kapal ke- 5 sandar jam ke- 29.5  
Kapal ke- 6 sandar jam ke- 1  
Kapal ke- 7 sandar jam ke- 39.916667  
Kapal ke- 8 sandar jam ke- 85.5  
Kapal ke- 9 sandar jam ke- 102.25  
Kapal ke- 10 sandar jam ke- 97.666667  
Kapal ke- 11 sandar jam ke- 148.5  
Kapal ke- 12 sandar jam ke- 161  
Kapal ke- 13 sandar jam ke- 169  
Kapal ke- 14 sandar jam ke- 174.76667  
Kapal ke- 15 sandar jam ke- 182.93333  
Kapal ke- 16 sandar jam ke- 286  
Kapal ke- 17 sandar jam ke- 169  
Kapal ke- 18 sandar jam ke- 308.25  
Kapal ke- 19 sandar jam ke- 321.3  
Kapal ke- 20 sandar jam ke- 403  
Kapal ke- 21 sandar jam ke- 464.5  
Kapal ke- 22 sandar jam ke- 505  
Kapal ke- 23 sandar jam ke- 505  
Kapal ke- 24 sandar jam ke- 526.83333  
Kapal ke- 25 sandar jam ke- 544.86667  
Kapal ke- 26 sandar jam ke- 549.5  
Kapal ke- 27 sandar jam ke- 578.33333

posisi p:

Kapal ke- 1 sandar pada kade- 800  
Kapal ke- 2 sandar pada kade- 1043  
Kapal ke- 3 sandar pada kade- 605  
Kapal ke- 4 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 5 sandar pada kade- 1030  
Kapal ke- 6 sandar pada kade- 1217  
Kapal ke- 7 sandar pada kade- 800  
Kapal ke- 8 sandar pada kade- 1030  
Kapal ke- 9 sandar pada kade- 484  
Kapal ke- 10 sandar pada kade- 607  
Kapal ke- 11 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 12 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 13 sandar pada kade- 1034  
Kapal ke- 14 sandar pada kade- 400  
Kapal ke- 15 sandar pada kade- 400

Kapal ke- 16 sandar pada kade- 1034  
 Kapal ke- 17 sandar pada kade- 800  
 Kapal ke- 18 sandar pada kade- 608  
 Kapal ke- 19 sandar pada kade- 800  
 Kapal ke- 20 sandar pada kade- 1176  
 Kapal ke- 21 sandar pada kade- 677  
 Kapal ke- 22 sandar pada kade- 400  
 Kapal ke- 23 sandar pada kade- 572  
 Kapal ke- 24 sandar pada kade- 905  
 Kapal ke- 25 sandar pada kade- 677  
 Kapal ke- 26 sandar pada kade- 400  
 Kapal ke- 27 sandar pada kade- 800

LINGO 11.0 Solver Status [Model Ags\_JU\_revisi] ×

|  |              |                                      |      |
|--|--------------|--------------------------------------|------|
| <b>Solver Status</b>                                   |              | <b>Variables</b>                     |      |
| Model Class:   | IIP          | Total:                               | 1539 |
| State:   | Global Opt   | Nonlinear:                           | 0    |
| Objective:   | 1724.82      | Integers:                            | 1458 |
| Infeasibility:   | 2.27374e-013 | <b>Constraints</b>                   |      |
| Iterations:  | 244921       | Total:                               | 2242 |
| <b>Extended Solver Status</b>                          |              | Nonlinear:                           | 0    |
| Solver Type  | B-and-B      | <b>Nonzeros</b>                      |      |
| Best Obj:  | 1724.82      | Total:                               | 7209 |
| Obj Bound:   | 1724.82      | Nonlinear:                           | 0    |
| Steps:   | 8964         | <b>Generator Memory Used (K)</b>     |      |
| Active:  | 0            | 412                                  |      |
| <b>Update Interval:</b> <input type="text" value="2"/> |              | <b>Elapsed Runtime (hh:mm:ss)</b>    |      |
| <input type="button" value="Interrupt Solver"/>        |              | 00:00:29                             |      |
|  |              | <input type="button" value="Close"/> |      |

Lampiran 3 LINGO Model Jamrud Utara/Barat Bulan Agustus 2016

## Hasil Optimasi dermaga Jamrud Selatan bulan Juni 2016

Global optimal solution found.

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Objective value:         | 2313.050      |
| Objective bound:         | 2313.050      |
| Infeasibilities:         | 0.1136868E-12 |
| Extended solver steps:   | 3050          |
| Total solver iterations: | 301829        |

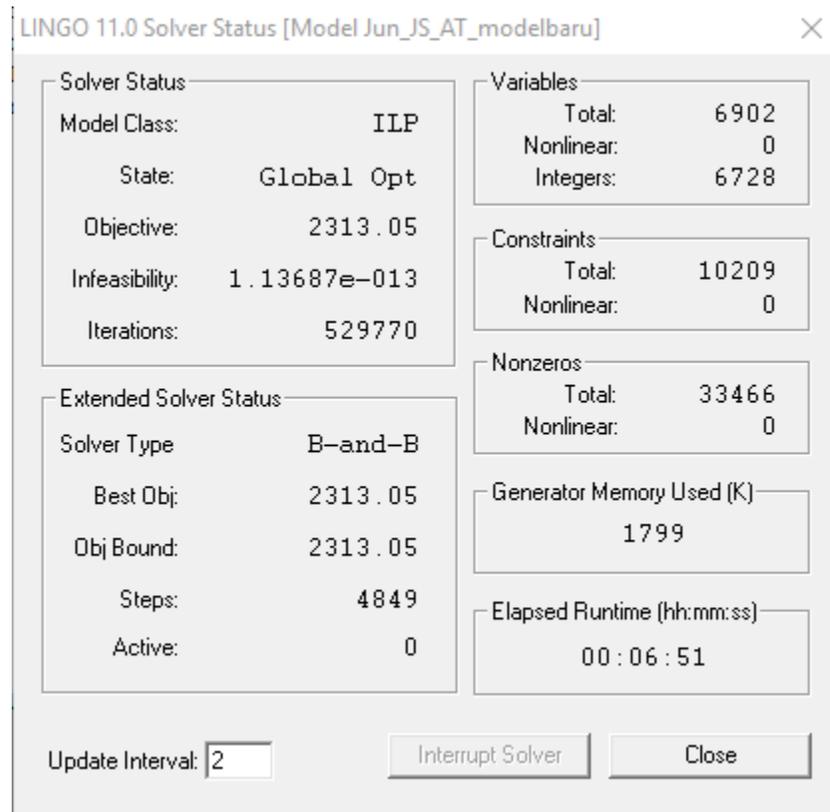
posisi b:

Kapal ke- 1 sandar jam ke- 1  
Kapal ke- 2 sandar jam ke- 10  
Kapal ke- 3 sandar jam ke- 80.5  
Kapal ke- 4 sandar jam ke- 86.583333  
Kapal ke- 5 sandar jam ke- 107.91667  
Kapal ke- 6 sandar jam ke- 128.83333  
Kapal ke- 7 sandar jam ke- 151  
Kapal ke- 8 sandar jam ke- 179.7  
Kapal ke- 9 sandar jam ke- 181.83333  
Kapal ke- 10 sandar jam ke- 184.66667  
Kapal ke- 11 sandar jam ke- 202  
Kapal ke- 12 sandar jam ke- 202.3  
Kapal ke- 13 sandar jam ke- 228.38333  
Kapal ke- 14 sandar jam ke- 257.61667  
Kapal ke- 15 sandar jam ke- 261.23333  
Kapal ke- 16 sandar jam ke- 282.16667  
Kapal ke- 17 sandar jam ke- 289  
Kapal ke- 18 sandar jam ke- 293.83333  
Kapal ke- 19 sandar jam ke- 302.75  
Kapal ke- 20 sandar jam ke- 321.25  
Kapal ke- 21 sandar jam ke- 326.15  
Kapal ke- 22 sandar jam ke- 342.33333  
Kapal ke- 23 sandar jam ke- 332  
Kapal ke- 24 sandar jam ke- 333.66667  
Kapal ke- 25 sandar jam ke- 344  
Kapal ke- 26 sandar jam ke- 351.58333  
Kapal ke- 27 sandar jam ke- 350.41667  
Kapal ke- 28 sandar jam ke- 395.5  
Kapal ke- 29 sandar jam ke- 419  
Kapal ke- 30 sandar jam ke- 420.5  
Kapal ke- 31 sandar jam ke- 426.5  
Kapal ke- 32 sandar jam ke- 427.91667  
Kapal ke- 33 sandar jam ke- 441.5  
Kapal ke- 34 sandar jam ke- 443  
Kapal ke- 35 sandar jam ke- 514.75  
Kapal ke- 36 sandar jam ke- 471  
Kapal ke- 37 sandar jam ke- 487.46667  
Kapal ke- 38 sandar jam ke- 487.25  
Kapal ke- 39 sandar jam ke- 497.75  
Kapal ke- 40 sandar jam ke- 511.83333  
Kapal ke- 41 sandar jam ke- 512.75  
Kapal ke- 42 sandar jam ke- 518.25  
Kapal ke- 43 sandar jam ke- 527.33333

Kapal ke- 44 sandar jam ke- 540.08333  
Kapal ke- 45 sandar jam ke- 558.91667  
Kapal ke- 46 sandar jam ke- 587  
Kapal ke- 47 sandar jam ke- 610.5  
Kapal ke- 48 sandar jam ke- 667  
Kapal ke- 49 sandar jam ke- 639.83333  
Kapal ke- 50 sandar jam ke- 646.33333  
Kapal ke- 51 sandar jam ke- 658.5  
Kapal ke- 52 sandar jam ke- 659.5  
Kapal ke- 53 sandar jam ke- 661.5  
Kapal ke- 54 sandar jam ke- 667.91667  
Kapal ke- 55 sandar jam ke- 668  
Kapal ke- 56 sandar jam ke- 712  
Kapal ke- 57 sandar jam ke- 719  
Kapal ke- 58 sandar jam ke- 801.16667  
posisi p:

Kapal ke- 1 sandar pada kade- 737  
Kapal ke- 2 sandar pada kade- 548  
Kapal ke- 3 sandar pada kade- 725  
Kapal ke- 4 sandar pada kade- 629  
Kapal ke- 5 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 6 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 7 sandar pada kade- 526  
Kapal ke- 8 sandar pada kade- 114.5  
Kapal ke- 9 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 10 sandar pada kade- 502  
Kapal ke- 11 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 12 sandar pada kade- 599  
Kapal ke- 13 sandar pada kade- 98  
Kapal ke- 14 sandar pada kade- 703  
Kapal ke- 15 sandar pada kade- 107  
Kapal ke- 16 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 17 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 18 sandar pada kade- 332  
Kapal ke- 19 sandar pada kade- 145  
Kapal ke- 20 sandar pada kade- 145  
Kapal ke- 21 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 22 sandar pada kade- 97  
Kapal ke- 23 sandar pada kade- 726  
Kapal ke- 24 sandar pada kade- 85  
Kapal ke- 25 sandar pada kade- 437.48  
Kapal ke- 26 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 27 sandar pada kade- 534  
Kapal ke- 28 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 29 sandar pada kade- 65  
Kapal ke- 30 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 31 sandar pada kade- 381  
Kapal ke- 32 sandar pada kade- 306  
Kapal ke- 33 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 34 sandar pada kade- 381  
Kapal ke- 35 sandar pada kade- 90  
Kapal ke- 36 sandar pada kade- 129  
Kapal ke- 37 sandar pada kade- 478  
Kapal ke- 38 sandar pada kade- 533  
Kapal ke- 39 sandar pada kade- 381

Kapal ke- 40 sandar pada kade- 523  
 Kapal ke- 41 sandar pada kade- 451  
 Kapal ke- 42 sandar pada kade- 703  
 Kapal ke- 43 sandar pada kade- 210  
 Kapal ke- 44 sandar pada kade- 451  
 Kapal ke- 45 sandar pada kade- 451  
 Kapal ke- 46 sandar pada kade- 104  
 Kapal ke- 47 sandar pada kade- 0  
 Kapal ke- 48 sandar pada kade- 622  
 Kapal ke- 49 sandar pada kade- 109  
 Kapal ke- 50 sandar pada kade- 0  
 Kapal ke- 51 sandar pada kade- 703  
 Kapal ke- 52 sandar pada kade- 509  
 Kapal ke- 53 sandar pada kade- 453  
 Kapal ke- 54 sandar pada kade- 210  
 Kapal ke- 55 sandar pada kade- 0  
 Kapal ke- 56 sandar pada kade- 366  
 Kapal ke- 57 sandar pada kade- 210  
 Kapal ke- 58 sandar pada kade- 210



Lampiran 4 LINGO Model Jamrud Selatan Bulan Juni 2016

## Hasil Optimasi dermaga Jamrud Selatan bulan Juli 2016

Global optimal solution found.

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| Objective value:         | 1634.840 |
| Objective bound:         | 1634.840 |
| Infeasibilities:         | 0.000000 |
| Extended solver steps:   | 391      |
| Total solver iterations: | 8425     |

posisi b:

Kapal ke- 1 sandar jam ke- 1  
Kapal ke- 2 sandar jam ke- 1  
Kapal ke- 3 sandar jam ke- 14.416667  
Kapal ke- 4 sandar jam ke- 15.883333  
Kapal ke- 5 sandar jam ke- 40.35  
Kapal ke- 6 sandar jam ke- 47.5  
Kapal ke- 7 sandar jam ke- 257.08333  
Kapal ke- 8 sandar jam ke- 283.5  
Kapal ke- 9 sandar jam ke- 277.66667  
Kapal ke- 10 sandar jam ke- 283.91667  
Kapal ke- 11 sandar jam ke- 331.41667  
Kapal ke- 12 sandar jam ke- 273.91667  
Kapal ke- 13 sandar jam ke- 313.58333  
Kapal ke- 14 sandar jam ke- 345.66667  
Kapal ke- 15 sandar jam ke- 193  
Kapal ke- 16 sandar jam ke- 325.5  
Kapal ke- 17 sandar jam ke- 361  
Kapal ke- 18 sandar jam ke- 383.5  
Kapal ke- 19 sandar jam ke- 446  
Kapal ke- 20 sandar jam ke- 441  
Kapal ke- 21 sandar jam ke- 417.83333  
Kapal ke- 22 sandar jam ke- 381.41667  
Kapal ke- 23 sandar jam ke- 399.33333  
Kapal ke- 24 sandar jam ke- 473.5  
Kapal ke- 25 sandar jam ke- 512.26667  
Kapal ke- 26 sandar jam ke- 525.05  
Kapal ke- 27 sandar jam ke- 522.95  
Kapal ke- 28 sandar jam ke- 513  
Kapal ke- 29 sandar jam ke- 529.66667  
Kapal ke- 30 sandar jam ke- 547  
Kapal ke- 31 sandar jam ke- 539.33333  
Kapal ke- 32 sandar jam ke- 534.16667  
Kapal ke- 33 sandar jam ke- 600  
Kapal ke- 34 sandar jam ke- 570.83333  
Kapal ke- 35 sandar jam ke- 584.26667  
Kapal ke- 36 sandar jam ke- 676.2  
Kapal ke- 37 sandar jam ke- 706.25  
Kapal ke- 38 sandar jam ke- 680.66667  
Kapal ke- 39 sandar jam ke- 658.53333  
Kapal ke- 40 sandar jam ke- 706.5  
Kapal ke- 41 sandar jam ke- 633  
Kapal ke- 42 sandar jam ke- 641.5  
Kapal ke- 43 sandar jam ke- 705.08333

posisi p:

Kapal ke- 1 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 2 sandar pada kade- 697  
Kapal ke- 3 sandar pada kade- 310  
Kapal ke- 4 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 5 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 6 sandar pada kade- 129  
Kapal ke- 7 sandar pada kade- 161  
Kapal ke- 8 sandar pada kade- 510  
Kapal ke- 9 sandar pada kade- 730  
Kapal ke- 10 sandar pada kade- 259  
Kapal ke- 11 sandar pada kade- 370  
Kapal ke- 12 sandar pada kade- 577  
Kapal ke- 13 sandar pada kade- 455  
Kapal ke- 14 sandar pada kade- 681  
Kapal ke- 15 sandar pada kade- 80  
Kapal ke- 16 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 17 sandar pada kade- 681  
Kapal ke- 18 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 19 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 20 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 21 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 22 sandar pada kade- 97  
Kapal ke- 23 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 24 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 25 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 26 sandar pada kade- 681  
Kapal ke- 27 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 28 sandar pada kade- 283  
Kapal ke- 29 sandar pada kade- 283  
Kapal ke- 30 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 31 sandar pada kade- 376  
Kapal ke- 32 sandar pada kade- 291  
Kapal ke- 33 sandar pada kade- 695  
Kapal ke- 34 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 35 sandar pada kade- 120  
Kapal ke- 36 sandar pada kade- 395  
Kapal ke- 37 sandar pada kade- 298  
Kapal ke- 38 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 39 sandar pada kade- 298  
Kapal ke- 40 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 41 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 42 sandar pada kade- 125  
Kapal ke- 43 sandar pada kade- 131

LINGO 11.0 Solver Status [Model Jul\_JS\_revisi] ×

| Solver Status                                   |            | Variables                  |       |
|---|------------|----------------------------|-------|
| Model Class:                                    | ILP        | Total:                     | 3827  |
| State:  | Global Opt | Nonlinear:                 | 0     |
| Objective:                                      | 1634.84    | Integers:                  | 3698  |
| Infeasibility:                                  | 0          | Constraints                |       |
| Iterations:                                     | 8425       | Total:                     | 5634  |
| Extended Solver Status                          |            | Nonlinear:                 | 0     |
| Solver Type                                     | B-and-B    | Nonzeros                   |       |
| Best Obj:                                       | 1634.84    | Total:                     | 18361 |
| Obj Bound:                                      | 1634.84    | Nonlinear:                 | 0     |
| Steps:  | 391        | Generator Memory Used (K)  |       |
| Active:   | 0          | 1002                       |       |
| Update Interval: <input type="text" value="2"/> |            | Elapsed Runtime (hh:mm:ss) |       |
| <input type="button" value="Interrupt Solver"/> |            | 00 : 00 : 07               |       |
| <input type="button" value="Close"/>            |            |                            |       |

Lampiran 5 LINGO Model Jamrud Selatan Bulan Juli 2016

## Hasil Optimasi dermaga Jamrud Selatan bulan Agustus 2016

Global optimal solution found.

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Objective value:         | 1655.783      |
| Objective bound:         | 1655.783      |
| Infeasibilities:         | 0.2302158E-10 |
| Extended solver steps:   | 1295          |
| Total solver iterations: | 323759        |

posisi b:

Kapal ke- 1 sandar jam ke- 14.333333  
Kapal ke- 2 sandar jam ke- 1  
Kapal ke- 3 sandar jam ke- 37  
Kapal ke- 4 sandar jam ke- 66.666667  
Kapal ke- 5 sandar jam ke- 41.166667  
Kapal ke- 6 sandar jam ke- 40.5  
Kapal ke- 7 sandar jam ke- 65.666667  
Kapal ke- 8 sandar jam ke- 1  
Kapal ke- 9 sandar jam ke- 110.16667  
Kapal ke- 10 sandar jam ke- 62.833333  
Kapal ke- 11 sandar jam ke- 138.25  
Kapal ke- 12 sandar jam ke- 128.33333  
Kapal ke- 13 sandar jam ke- 131.58333  
Kapal ke- 14 sandar jam ke- 153  
Kapal ke- 15 sandar jam ke- 141.15  
Kapal ke- 16 sandar jam ke- 189.08333  
Kapal ke- 17 sandar jam ke- 152.41667  
Kapal ke- 18 sandar jam ke- 100.18333  
Kapal ke- 19 sandar jam ke- 199.75  
Kapal ke- 20 sandar jam ke- 240.75  
Kapal ke- 21 sandar jam ke- 209.5  
Kapal ke- 22 sandar jam ke- 229.83333  
Kapal ke- 23 sandar jam ke- 327  
Kapal ke- 24 sandar jam ke- 218.91667  
Kapal ke- 25 sandar jam ke- 374.75  
Kapal ke- 26 sandar jam ke- 368.33333  
Kapal ke- 27 sandar jam ke- 370.25  
Kapal ke- 28 sandar jam ke- 361  
Kapal ke- 29 sandar jam ke- 424  
Kapal ke- 30 sandar jam ke- 440.58333  
Kapal ke- 31 sandar jam ke- 493  
Kapal ke- 32 sandar jam ke- 479.5  
Kapal ke- 33 sandar jam ke- 478.25  
Kapal ke- 34 sandar jam ke- 452.33333  
Kapal ke- 35 sandar jam ke- 537.38333  
Kapal ke- 36 sandar jam ke- 541.66667  
Kapal ke- 37 sandar jam ke- 571  
Kapal ke- 38 sandar jam ke- 584.75  
Kapal ke- 39 sandar jam ke- 584.95  
Kapal ke- 40 sandar jam ke- 585.41667  
Kapal ke- 41 sandar jam ke- 560.33333  
Kapal ke- 42 sandar jam ke- 570.7  
Kapal ke- 43 sandar jam ke- 544.33333

Kapal ke- 44 sandar jam ke- 574.23333  
Kapal ke- 45 sandar jam ke- 529  
Kapal ke- 46 sandar jam ke- 680.5  
Kapal ke- 47 sandar jam ke- 663.5  
Kapal ke- 48 sandar jam ke- 709.08333  
Kapal ke- 49 sandar jam ke- 715  
Kapal ke- 50 sandar jam ke- 663.75  
Kapal ke- 51 sandar jam ke- 709.58333  
Kapal ke- 52 sandar jam ke- 766.91667  
Kapal ke- 53 sandar jam ke- 762.5  
Kapal ke- 54 sandar jam ke- 754.33333  
posisi p:

Kapal ke- 1 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 2 sandar pada kade- 321  
Kapal ke- 3 sandar pada kade- 540  
Kapal ke- 4 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 5 sandar pada kade- 635  
Kapal ke- 6 sandar pada kade- 37  
Kapal ke- 7 sandar pada kade- 635  
Kapal ke- 8 sandar pada kade- 715  
Kapal ke- 9 sandar pada kade- 282  
Kapal ke- 10 sandar pada kade- 117  
Kapal ke- 11 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 12 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 13 sandar pada kade- 472  
Kapal ke- 14 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 15 sandar pada kade- 133  
Kapal ke- 16 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 17 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 18 sandar pada kade- 125  
Kapal ke- 19 sandar pada kade- 302  
Kapal ke- 20 sandar pada kade- 429  
Kapal ke- 21 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 22 sandar pada kade- 138  
Kapal ke- 23 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 24 sandar pada kade- 534  
Kapal ke- 25 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 26 sandar pada kade- 280  
Kapal ke- 27 sandar pada kade- 106  
Kapal ke- 28 sandar pada kade- 373  
Kapal ke- 29 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 30 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 31 sandar pada kade- 210  
Kapal ke- 32 sandar pada kade- 265  
Kapal ke- 33 sandar pada kade- 130  
Kapal ke- 34 sandar pada kade- 65  
Kapal ke- 35 sandar pada kade- 349  
Kapal ke- 36 sandar pada kade- 480  
Kapal ke- 37 sandar pada kade- 664  
Kapal ke- 38 sandar pada kade- 422  
Kapal ke- 39 sandar pada kade- 664  
Kapal ke- 40 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 41 sandar pada kade- 138  
Kapal ke- 42 sandar pada kade- 0  
Kapal ke- 43 sandar pada kade- 59

Kapal ke- 44 sandar pada kade- 107  
 Kapal ke- 45 sandar pada kade- 26  
 Kapal ke- 46 sandar pada kade- 210  
 Kapal ke- 47 sandar pada kade- 0  
 Kapal ke- 48 sandar pada kade- 0  
 Kapal ke- 49 sandar pada kade- 210  
 Kapal ke- 50 sandar pada kade- 288  
 Kapal ke- 51 sandar pada kade- 98  
 Kapal ke- 52 sandar pada kade- 107  
 Kapal ke- 53 sandar pada kade- 153  
 Kapal ke- 54 sandar pada kade- 1.8275159e-011

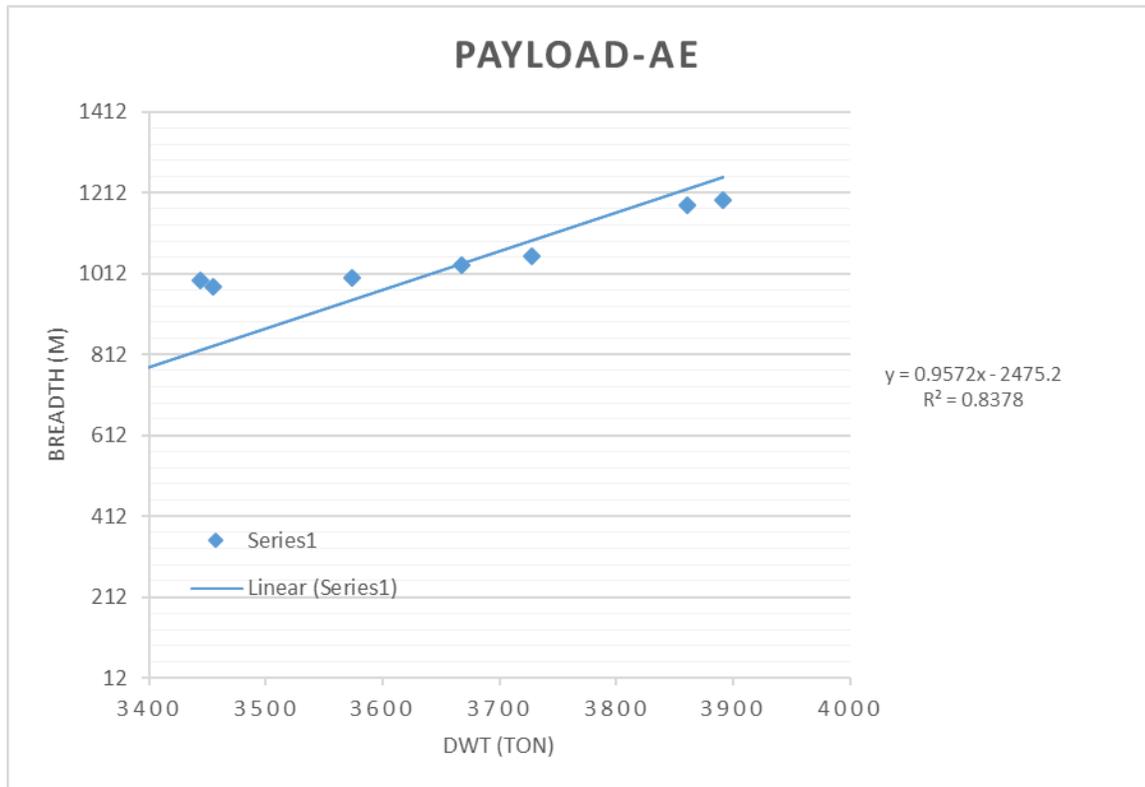
LINGO 11.0 Solver Status [Model Ags\_JS\_AT\_model baru] ✕

|  |              |                                      |       |
|--|--------------|--------------------------------------|-------|
| <b>Solver Status</b>                                   |              | <b>Variables</b>                     |       |
| Model Class:   | IILP         | Total:                               | 5994  |
| State:   | Global Opt   | Nonlinear:                           | 0     |
| Objective:   | 1655.78      | Integers:                            | 5832  |
| Infeasibility:   | 2.30216e-011 | <b>Constraints</b>                   |       |
| Iterations:  | 342463       | Total:                               | 8857  |
| <b>Extended Solver Status</b>                          |              | Nonlinear:                           | 0     |
| Solver Type  | B-and-B      | <b>Nonzeros</b>                      |       |
| Best Obj:  | 1655.78      | Total:                               | 28998 |
| Obj Bound:   | 1655.78      | Nonlinear:                           | 0     |
| Steps:   | 1513         | <b>Generator Memory Used (K)</b>     |       |
| Active:  | 0            | 1564                                 |       |
| <b>Update Interval:</b> <input type="text" value="2"/> |              | <b>Elapsed Runtime (hh:mm:ss)</b>    |       |
| <input type="button" value="Interrupt Solver"/>        |              | 00:02:26                             |       |
|  |              | <input type="button" value="Close"/> |       |

Lampiran 6 LINGO Model Jamrud Selatan Bulan Agustus 2016

## Regresi Payload-AE General Cargo, Bag Cargo, Unitized

Regresi:  $y = 0,9572x - 2475,2$

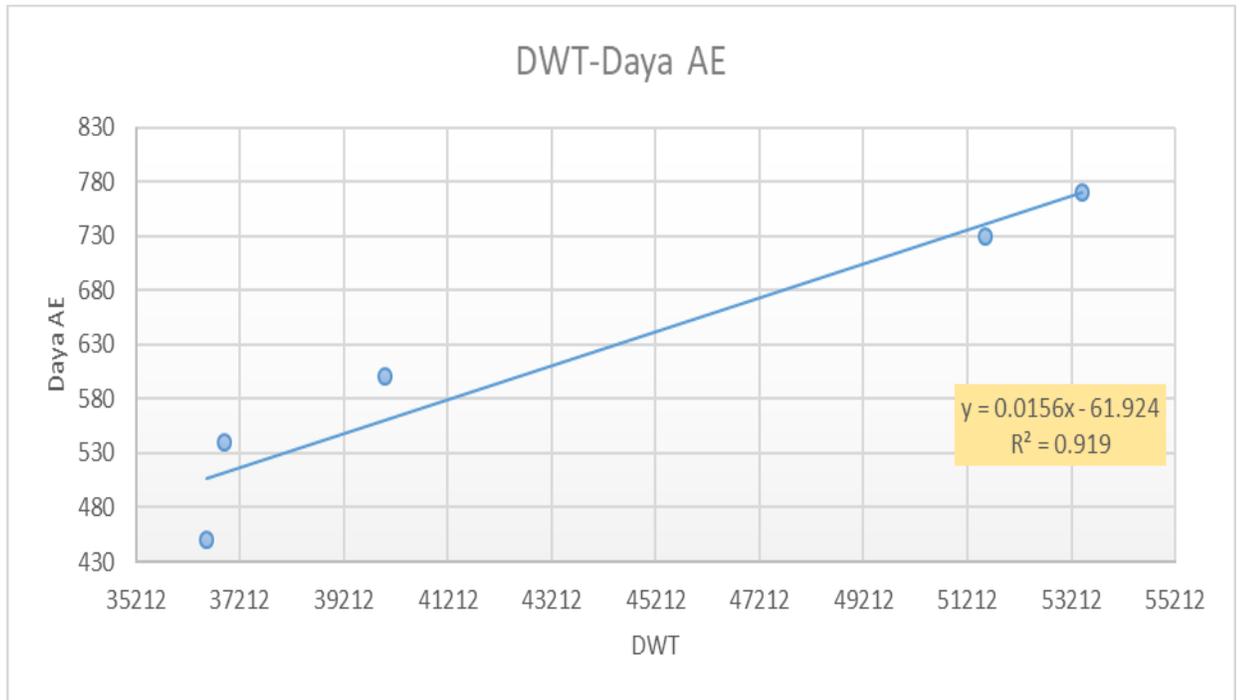


Lampiran 7 Regresi Payload-AE Kapal General Cargo, Bag Cargo, Unitized

|                  |               | Payload |   | Jumlah Mesin | Daya | Total Daya |      |
|------------------|---------------|---------|---|--------------|------|------------|------|
| HEINRICH G       | General Cargo | 3196.36 | 3 | 439          | 1997 | 2446       | 11   |
| CARIBANA EXPRESS | General Cargo | 3209    | 3 | 630          | 1979 | 4298       | 12.4 |
| POTOSI           | General Cargo | 3324.55 | 3 | 576          | 1995 | 2519       | 12   |
| DELFIN           | General Cargo | 3444.55 | 3 | 996          | 2000 | 2780       | 12   |
| ANGERMANLAND     | General Cargo | 3454.55 | 3 | 980          | 1989 | 3845       | 14   |
| VERITAS-H        | General Cargo | 3573.64 | 3 | 1000         | 1995 | 2899       | 14   |
| MALAGA           | General Cargo | 3667.27 | 3 | 1033         | 1977 | 2196       | 12   |
| SPAN ASIA 12     | General Cargo | 3727    | 3 | 1055         | 1990 | 3273       | 13   |
| PARMA            | General Cargo | 3860.91 | 3 | 1180         | 2000 | 2999       | 12.3 |
| PASADENA         | General Cargo | 3890.91 | 3 | 1194         | 1996 | 2993       | 12   |

## Regresi Payload-AE Curah Kering, Curah Cair

Regresi:  $y = 0.0156x - 61.924$

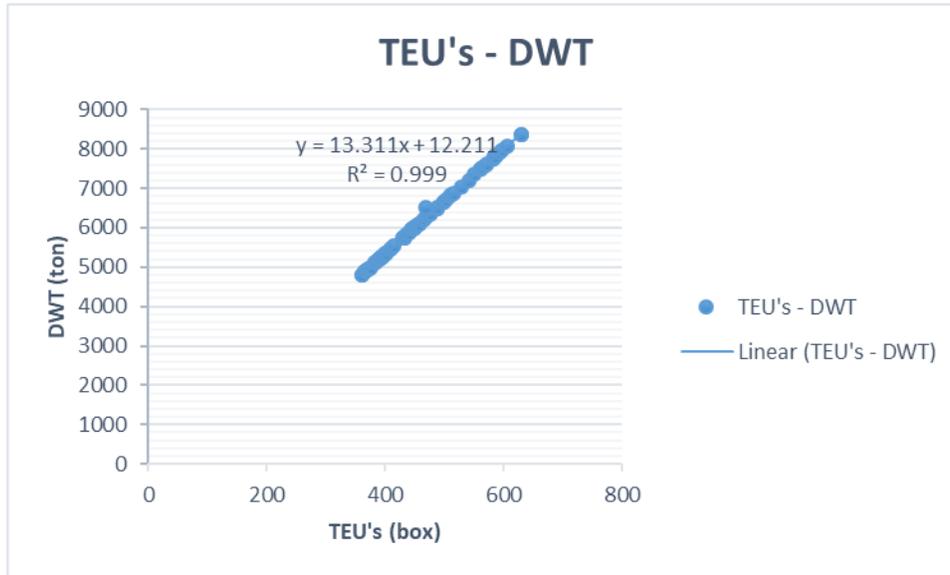


Lampiran 8 Regresi Payload-AE Kapal Curah Kering, Curah Cair

| No | SHIP NAME      | FLAG      | YEARS | CLASS | DWT   | LOA   | LPP    | B     | H    | T     | VS     | ME       | DAYA | AU       | DA   |
|----|----------------|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|-------|--------|----------|------|----------|------|
|    |                |           |       |       | (Ton) | (m)   | (m)    | (m)   | (m)  | (m)   | (Knot) | (Jumlah) | (KW) | (jumlah) | (KW) |
| 1  | NORD MONTREAL  | SINGAPORE | 2012  | BV    | 36570 | 177.8 | 169.8  | 28.6  | 15   | 10.85 | 14.8   | 1        | 8280 | 3        | 45   |
| 2  | QUEST          | LIBERIA   | 2011  | BV    | 36903 | 186.4 | 178    | 27.8  | 15.6 | 10.9  | 14.8   | 1        | 7860 | 3        | 54   |
| 3  | GLORY HONGKONG | PANAMA    | 2012  | BV    | 40000 | 179.8 | 171.38 | 29    | 16   | 11.5  | 13.2   | 1        | 6480 | 3        | 60   |
| 4  | ASIA ZIRCON II | SINGAPORE | 2009  | BV    | 53414 | 190   | 183.05 | 32.26 | 17.5 | 12.6  | 17.7   | 1        | 9480 | 3        | 77   |
| 5  | SOLIN          | CROATIA   | 2012  | BV    | 51545 | 189.9 | 182    | 32.24 | 17.1 | 12.35 | 14     | 1        | 7500 | 3        | 73   |

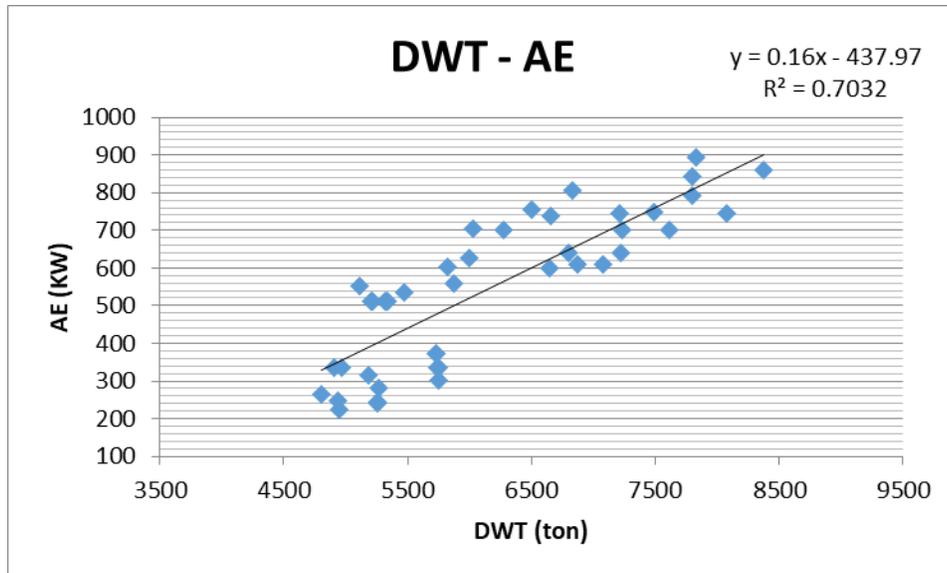
## Regresi Payload-AE Peti Kemas

Regresi TEU-DWT:  $y = 13.311x - 12.211$



Lampiran 9 Regresi TEU-DWT Kapal Petikemas

Regresi DWT-AE:  $y = 0.16x - 437.97$



Lampiran 10 Regresi DWT-AE Kapal Petikemas

| Kapal No. | DWT  | TEU's | AE  |
|-----------|------|-------|-----|
| <b>1</b>  | 4800 | 360   | 264 |
| <b>2</b>  | 4800 | 360   | 336 |
| <b>3</b>  | 4880 | 366   | 248 |
| <b>4</b>  | 4903 | 368   | 224 |
| <b>5</b>  | 4935 | 370   | 336 |
| <b>6</b>  | 4950 | 371   | 553 |
| <b>7</b>  | 4966 | 373   | 316 |
| <b>8</b>  | 5000 | 375   | 512 |
| <b>9</b>  | 5108 | 383   | 512 |
| <b>10</b> | 5118 | 384   | 512 |
| <b>11</b> | 5180 | 389   | 241 |
| <b>12</b> | 5202 | 390   | 243 |
| <b>13</b> | 5215 | 391   | 280 |
| <b>14</b> | 5220 | 392   | 512 |
| <b>15</b> | 5223 | 392   | 512 |
| <b>16</b> | 5223 | 392   | 512 |
| <b>17</b> | 5252 | 394   | 536 |
| <b>18</b> | 5253 | 394   | 372 |
| <b>19</b> | 5267 | 395   | 372 |
| <b>20</b> | 5327 | 400   | 336 |
| <b>21</b> | 5335 | 400   | 302 |
| <b>22</b> | 5362 | 402   | 336 |
| <b>23</b> | 5458 | 409   | 604 |
| <b>24</b> | 5470 | 410   | 559 |
| <b>25</b> | 5539 | 415   | 626 |
| <b>26</b> | 5727 | 430   | 703 |
| <b>27</b> | 5727 | 430   | 700 |
| <b>28</b> | 5745 | 431   | 754 |
| <b>29</b> | 5745 | 431   | 600 |
| <b>30</b> | 5750 | 431   | 738 |

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 23 Agustus 1995. Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Dany Widjanarko dan Endah Soeharniningsih. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari TK Merpati Pos (1999-2000), SD Giki 2 Gubeng (2001-2002), SDN Ketabang 3 (2003-2007), SMPN 1 Surabaya (2007-2010), SMAN 20 Surabaya (2010-2013) dan pada tahun 2013, penulis diterima melalui jalur SBMPTN di Jurusan Transportasi Laut (saat ini menjadi Departemen Teknik Transportasi Laut), Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Saat aktif menjadi mahasiswa, Penulis aktif berkegiatan pada acara dan organisasi yang ada di kampus, antara lain menjadi Sub Koordinator OC Acara GERIGI ITS 2014, dan *Liaison Officer* Young Engineer and Scientist Summit ITS 2015. Penulis tercatat sebagai *staff* Keilmiah dan Keprofesian HIMASEATRANS tahun 2014, *staff* Energi dan Maritim BEM ITS tahun 2014, Pemandu LKMM SAMUDERA 7 FTK ITS, serta pernah menjabat sebagai Ketua HIMASEATRANS FTK ITS periode 2015-2016. Selama berkuliah, penulis mendapatkan berbagai penghargaan/beasiswa dari beberapa instansi diantaranya Beasiswa Indocement tahun 2015, dan peringkat ketiga dalam *Class NK Award* 2016.

Email : [m.yafie.danendra@gmail.com](mailto:m.yafie.danendra@gmail.com)