

KAJIAN PENGEMBANGAN INDUSTRI GALANGAN KAPAL DENGAN KONSEP 3E (*ECONOMIES OF SCALE, ENERGY EFFICIENCY, ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT*)

Muhamad Muzaki^[1], Minto Basuki^[1]

^[1]*Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jln. Arief Rachman Hakim, 100 Surabaya
e-mail: mmuzaki55@gmail.com*

ABSTRAK

Sektor skala ekonomis, efisiensi energi dan pemberdayaan lingkungan menjadi poin penting dalam mengembangkan industri galangan kapal di Indonesia. Kajian mengenai tiga hal tersebut diyakini mampu memberikan stimulus yang baik bagi tiap-tiap galangan kapal dalam meningkatkan kualitas perusahaannya. Galangan kapal akan berdampak besar terhadap upaya pemerintah dalam memberdayakan potensi industri maritim Indonesia. Pengembangan berkelanjutan sangat dibutuhkan agar proses industri dapat terus ditingkatkan. Masalah utama dan strategis dari ketiga poin penting di atas harus segera diselesaikan dengan rencana sistematis. Oleh sebab itu dibuatlah kajian mengenai pengembangan industri galangan kapal dengan konsep 3E, yang dalam hal ini merupakan kombinasi dari *Economies of Scale* (skala ekonomis), *Energy Efficiency* (efisiensi energi), dan *Environmental Improvement* (perbaikan lingkungan). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), yaitu metode pengambilan keputusan guna mengetahui alternatif terbaik dari banyak elemen pilihan. Data yang diambil adalah data lapangan dengan metode observasi dan kuesioner. Berdasarkan hasil pengolahan data, didapatkan kesimpulan bahwa alternatif tertinggi dari setiap bagian di dalam konsep 3E yaitu melakukan peningkatan mutu tenaga kerja dengan bobot 0,577; pemeliharaan mesin kerja dengan bobot 0,488; serta menyediakan dan memfungsikan sanitasi lingkungan yang baik dengan bobot 0,551.

Kata kunci: Industri Galangan Kapal, 3E, AHP

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Dalam Jurnal Pengembangan Industri Galangan Kapal, dikatakan bahwa sejak kebijakan nasional, asas cabotage dilakukan, pengembangan industri pembuatan kapal belum mampu menjaga pertumbuhan industri angkutan laut dan mengalami hambatan, karena kurangnya dukungan pemerintah baik dalam pendanaan, regulasi dan juga pembangunan infrastruktur (Warsilan, 2018). Mengidentifikasi potensi dan masalah, serta strategi pengembangan industri merumuskan galangan kapal untuk Pemerintah dan rekan-rekan industri.

Galangan kapal memiliki peran penggunaan listrik yang cukup signifikan dalam memenuhi kebutuhan peralatan elektronik seperti operasional peralatan, pengkondisian ruang maupun penerangan. Pelaksanaan Efisiensi Energi menitikberatkan pada perencanaan konstruksi galangan kapal untuk dapat menekan penggunaan energi listrik yang digunakan untuk kebutuhan industri dengan tetap memedulikan kenyamanan, fungsionalitas, dan juga estetika galangan tersebut (Handayani, 2010). Dalam artikel *Green Shipbuilding and Recycling: Issues & Challenges* disebutkan bahwa industri galangan kapal merupakan satu di antara industri logam yang paling

keras dengan beberapa paparan bahan kimia yang berbahaya (Rahman dan Karim, 2015). Sebagian besar proses produksi tradisional seperti pengelasan, pengecatan, peledakan dan produksi fiberglass memiliki dampak langsung pada kesehatan dan keselamatan pekerja serta dampak buruk terhadap lingkungan. Sejumlah besar limbah dan polutan dilepaskan selama proses pembuatan kapal dan perbaikan yang menimbulkan risiko besar pada kesehatan manusia dan kualitas lingkungan.

Skala Ekonomi dalam industri galangan kapal juga harus diperhatikan agar dapat memverifikasi apakah galangan tersebut memperoleh skala ekonomi dalam proses produktif mereka dan, jika demikian, untuk mengidentifikasi mana dari biaya ekonomi yang sebelumnya dianalisis yang benar-benar tercapai (Celli, 2013). Perlu dicatat bahwa manajemen lingkungan adalah proses yang mencakup semua aspek organisasi mulai dari keuangan, sumber daya manusia dan hubungan masyarakat hingga pemeliharaan, pembelian dan perencanaan. Hambatan umum untuk mengembangkan, menerapkan, dan memelihara sistem manajemen lingkungan yang lengkap dan efektif seringkali tidak pasti tentang bagaimana untuk maju dalam perindustrian galangan kapal. Untuk itu semua perlu dikaji lebih jauh untuk dapat menciptakan lingkungan yang diharapkan. (Mhainnin, 2011).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengembangkan industri galangan kapal di Indonesia agar dapat lebih bisa bersaing secara global dengan mengusung konsep 3E (*Economies of Scale, Energy Efficiency, Environmental Improvement*)?
2. Bagaimana mengintegrasikan seluruh konsep 3E (*Economies of Scale, Energy Efficiency, Environmental Improvement*) agar dapat berjalan seimbang dan memberikan keuntungan baik di bidang ekonomi maupun lingkungan?
3. Bagaimana menciptakan galangan kapal yang berskala ekonomis, hemat energi, and ramah lingkungan berdasarkan kepada konsep 3E (*Economies of Scale, Energy Efficiency, Environmental Improvement*)?

1.3 Batasan Masalah

Dalam rangka memfokuskan penelitian ini, maka dibuatlah batasan masalah berupa determinasi data-data yang diambil. Data-data yang akan diambil hanyalah data umum perusahaan yang berkaitan dengan faktor ekonomi, penggunaan energi dan karakteristik serta perlakuan terhadap lingkungan. Penelitian ini juga tidak membahas detail biaya yang sesungguhnya.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan industri galangan kapal di Indonesia agar dapat lebih bisa bersaing secara global dengan mengusung konsep 3E (*Economies of Scale, Energy Efficiency, Environmental Improvement*)
2. Mengintegrasikan seluruh konsep 3E (*Economies of Scale, Energy Efficiency, Environmental Improvement*) agar dapat berjalan seimbang dan memberikan keuntungan baik di bidang ekonomi maupun lingkungan.
3. Menciptakan galangan kapal yang berskala ekonomis, hemat energi, dan ramah lingkungan berdasarkan kepada konsep 3E (*Economies of Scale, Energy Efficiency, Environmental Improvement*)

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, maka diharapkan Industri Galangan Kapal dapat berkembang menjadi lebih baik dan dapat bersaing secara global. Peningkatan di sektor ekonomi menjadi salah satu target utama untuk mensejahterakan sumber daya manusia, apalagi jika bisa membuka lapangan kerja baru yang sangat dibutuhkan. Efisiensi energi dan kepedulian terhadap lingkungan menjadi tolok ukur industri yang amat sangat penting, mengingat masih ada industri yang hanya mementingkan produksinya saja tanpa peduli terhadap lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Galangan Kapal

Galangan kapal secara garis besar merupakan suatu tempat yang dirancang untuk membuat dan/atau memperbaiki kapal. Kapal-kapal yang dimaksud dapat berupa kapal penumpang, kapal feri, kapal pesiar, armada militer, atau kapal barang (Docking.id, 2019). Galangan kapal atau *shipyard* harus dapat menyediakan peralatan yang sesuai dan fasilitas yang memungkinkan penanganan material, proses pembangunan dan lain sebagainya. Pihak badan klasifikasi kapal berhak untuk melakukan inspeksi di galangan kapal atau shipyard. Galangan kapal atau shipyard juga harus memiliki personil yang mempunyai kualifikasi di bidangnya. Pada dasarnya, galangan kapal paling tidak harus mempunyai fasilitas-fasilitas sebagai berikut:

1. Kantor. Bagian kantor adalah pusat proses tata usaha kebutuhan galangan yang mengatur urusan finansial dan segala aktivitas yang berkaitan dengan prosedur manajemen perusahaan.
2. Perancangan. Bagian ini bertugas mengerjakan seluruh perhitungan dan gambar untuk keperluan proses fabrikasi, termasuk kalkulasi harga, kebutuhan bahan baku industri, dan juga pembuatan gambar kerja untuk pelaksanaan pekerjaan di bengkel.
3. Gudang Bahan Baku. Tempat penyimpanan bahan baku yang dibutuhkan dalam proses pembangunan, pemeliharaan dan perbaikan kapal
4. Gudang Peralatan. Tempat penyimpanan peralatan yang dibutuhkan dalam proses pembangunan, pemeliharaan dan perbaikan kapal
5. Bengkel Pelat. Bengkel pelat adalah tempat untuk fabrikasi konstruksi kapal diantaranya pelat lunas, pembuatan gading-gading kapal, pembuatan sekat-sekat kapal dan lain sebagainya.
6. Bengkel Pipa. Bengkel pipa adalah tempat pengerjaan untuk proses *cutting* dan *forming* pipa, baik untuk kebutuhan reparasi kapal maupun bangunan baru.
7. Bengkel Listrik dan Mesin. Bengkel listrik digunakan untuk membuat, merakit, serta memasang instalasi panel-panel listrik kapal. Sedangkan bengkel mesin adalah tempat yang dipakai dalam pengerjaan mesin-mesin seperti membubut, frais, skrap, bor, dan lain sebagainya untuk pekerjaan permesinan kapal.

8. Tempat Pembangunan Kapal atau *Building Berth*. *Building berth* biasanya dilengkapi dengan *crane* yang berfungsi untuk mengangkat bagian-bagian konstruksi yang telah dibuat dan yang nantinya akan dirakit menjadi satu kesatuan. *Building berth* setidaknya mempunyai satu lajur balok konstruksi beton sebagai tempat untuk meletakkan lunas kapal pada waktu pembangunan kapal. Setiap galangan kapal mempunyai tempat pembangunan kapal dengan luasan area dan kapasitas tertentu sehingga sehingga para pemilik kapal yang akan membangun kapal baru harus menyesuaikan galangan kapal mana yang sesuai dengan ukuran kapal yang akan dibuat.
9. Tempat Pemeliharaan dan Perbaikan Kapal. Tempat ini berfungsi sebagai tempat perbaikan kapal, seperti pengerjaan penggantian pelat, perbaikan baling-baling, kemudi, *stern tube*, mesin utama, dan lain sebagainya. Sama halnya dengan *building berth*, tempat pemeliharaan dan perbaikan kapal di setiap galangan kapal juga mempunyai luasan area dan kapasitas tertentu sehingga sehingga para pemilik kapal yang akan melakukan pemeliharaan atau perbaikan kapal harus menyesuaikan galangan kapal mana yang sesuai dengan ukuran kapal.

Jepang, Korea Selatan, dan Republik Rakyat Cina merupakan satu di antara beberapa negara Asia dengan kemampuan mengembangkan industri pembangunan kapal besar. Sedangkan industri pembangunan kapal di wilayah Eropa cukup berbeda dengan lebih banyaknya perusahaan pembangunan kapal kecil, dibandingkan dengan perusahaan pembangunan kapal yang lebih besar. Sebuah galangan kapal dengan produksi besar akan berisi banyak *crane*, dok kering, *slipway*, gudang-gudang, fasilitas fabrikasi dan juga tempat yang sangat luas untuk proses pembangunan kapal-kapal tersebut.

Industri galangan kapal dalam negeri dipercaya mampu mengejar ketertinggalan dari galangan-galangan besar lainnya di luar negeri. Daya saing yang dibutuhkan salah satunya yaitu mampu menghasilkan produk yang berkualitas. Hal ini tidak terlepas dari kompetensi sumber daya manusia dan juga pemberdayagunaan teknologi modern. Kendati demikian, tetap ada beberapa aspek yang harus dikembangkan lagi agar industri galangan kapal dapat memiliki daya saing yang lebih tinggi dari sebelumnya.

2.2 Konsep AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah suatu metode pendekatan dasar yang digunakan sebagai cara pengambilan keputusan. *Pairwise Comparison* digunakan untuk membentuk seluruh prioritas dan mencari tahu ranking dari alternatif. Metode ini dipublikasikan pertama kali dalam buku *The Analytical Hierarchy Process* pada tahun 1980 yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, seorang ahli matematika dari Iraq. AHP ialah alat pengambil keputusan yang memecah suatu persoalan kompleks ke dalam sistem hierarki dengan banyak tingkatan. Diawali dari tujuan, kemudiain diikuti oleh tingkatan faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya hingga tingkatan alternatif. Instrumen utama dari metode ini adalah sebuah hierarki fungsional dengan persepsi manusia sebagai data masukan utamanya. Dengan metode ini, suatu persoalan yang kompleks dapat diuraikan ke dalam beberapa kategori. Kemudian diatur menjadi suatu bentuk hierarki dengan tujuan agar persoalan yang akan diteliti dapat terlihat lebih terstruktur dan sistematis (Nerims, 2014).

Metode AHP kerap dipilih sebagai metode pemecahan masalah dibandingkan dengan metode lain karena alasan-alasan berikut ini:

1. Sistem yang berbentuk hierarki. dengan demikian, penentuan dan penyusunan permasalahan dapat dilakukan dan diteliti secara mendalam dimulai dari kriteria yang dipilih, sampai pada sub kriteria yang paling dalam.
2. Memperhitungkan keabsahan kebenaran sampai pada batas toleransi inkonsistensi dari bermacam kriteria, sub kriteria, dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
3. Memperhitungkan durabilitas output analisis sensitivitas untuk mengetahui akibat perubahan kriteria dalam pengambilan keputusan.

2.3 Konsep 3E (*Economies of Scale, Energy Efficiency, Environmental Improvement*)

Penerapan konsep 3E (*Economies of Scale, Energy Efficiency, Environmental Improvement*) diyakini mampu memberikan dampak yang cukup baik dalam mengembangkan industri galangan kapal ini. Faktor ekonomi, efisiensi energi, dan pemberdayaan lingkungan menjadi kajian utama untuk meninjau kembali apa yang harus ditingkatkan dari industri galangan kapal yang sudah ada. Dan tentunya berguna untuk menyongsong globalisasi yang semakin maju dan tak terelakkan.

2.3.1 Economies of Scale (Skala Ekonomis)

Skala ekonomis merupakan margin dari reduksi pengeluaran yang dinikmati perusahaan bersamaan dengan produksi barang dagangan yang menjadi lebih efisien. Perusahaan dapat mencapai *economies of scale* dengan menurunkan anggaran produksi dan meningkatkan kuantitas produksi pada waktu yang bersamaan. Skala ekonomis terbentuk akibat biaya yang tersebar pada jumlah barang jadi yang lebih banyak. Biaya produksi yang dimaksud di sini dapat berupa biaya tetap dan biaya variabel (Coco Shoppers, 2020).

Skala ekonomis bisa berasal dari eksternal maupun internal perusahaan. Skala ekonomis yang berasal dari luar perusahaan dapat disebabkan oleh banyak factor, sedangkan skala ekonomis yang berasal dari dalam perusahaan umumnya disebabkan oleh hasil pertimbangan manajemen (Simulasi Kredit, 2020).

2.3.2 Energy Efficiency (Efisiensi Energi)

Efisiensi Energi dapat diartikan sebagai usaha yang dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan jumlah energi yang dipakai/dibutuhkan dalam menggunakan peralatan, perangkat, atau sistem yang berhubungan dengan penggunaan energi. Efisiensi energi umumnya dapat dicapai dengan mengadopsi teknologi atau proses produksi yang lebih efisien dalam penggunaan energi. Atau dapat juga dengan metode penerapan yang digunakan secara umum untuk mengurangi pengeluaran energi.

Efisiensi energi atau dengan kata lain penghematan energi dalam menyediakan kebutuhan energi listrik saat ini menjadi isu utama selain peningkatan produktivitas. Dengan adanya program efisiensi energi, galangan kapal dapat mengurangi biaya operasional dan memaksimalkan utilitas yang ada, sehingga galangan kapal bisa mengurangi biaya produksi dan mampu meningkatkan daya saing (Nurwita, 2020).

2.3.3 Environmental Improvement

Bagi sebagian besar masyarakat Indonesia yang belum mengerti tentang pentingnya lingkungan hidup, maka dalam sudut pandangnya lingkungan hanyalah suatu wujud sederhana yang berkaitan dengan alam, hewan, dan tumbuhan. Padahal sesungguhnya, ruang spektrum lingkungan jauh lebih luas daripada hal-hal tersebut. Yakni menyangkut entitas menyeluruh di mana semua makhluk hidup berada (Pan Mohamad, 2016). Dalam konteks pemberdayaan masyarakat dan pembangunan negara, segala kegiatan dan aktivitasnya tidak dapat

mengesampingkan keberadaan lingkungan pada poin dan batas tertentu. Oleh karena itu, pembangunan dan pemberdayaan yang tidak memberikan kepedulian serius terhadap lingkungan justru akan menghasilkan anti-pembangunan dan anti-pemberdayaan (Mhainnin, 2011). Terlebih lagi, perlindungan terhadap lingkungan juga berhubungan secara kuat dengan pemenuhan hak asasi manusia.

Krisis lingkungan hidup dan *global warming* yang sedang marak belakangan ini setidaknya diakibatkan oleh beberapa persoalan, di antaranya seperti kebijakan yang salah dan gagal, teknologi yang tidak efisien bahkan cenderung berdampak negatif, rendahnya komitmen politik, dan ideologi yang pada akhirnya merugikan lingkungan. Pengendalian terhadap kegiatan pembangunan dan perbaikan kapal dalam industri galangan kapal, yang kemungkinan besar menjadi salah satu sumber pencemaran limbah minyak di perairan, masih lemah. Selain itu, penindakan terhadap galangan kapal yang melanggar ketentuan lingkungan juga kurang tegas (Kompas.com, 2008).

METODE PENELITIAN

3.1 Identifikasi Masalah

Pertama-tama akan dilakukan identifikasi masalah mengenai pengembangan industri galangan kapal di Indonesia.

3.2 Tujuan Penelitian

Penentuan tujuan penelitian diantaranya yaitu untuk mengembangkan industri galangan kapal yang memiliki nilai lebih dalam hal ekonomi, efisiensi energi, dan perbaikan lingkungan

3.3 Pengumpulan Data

1. Studi Literatur. Yaitu salah satu kegiatan yang merupakan hal wajib dalam proses penelitian, khususnya penelitian akademik yang bertujuan untuk mengembangkan aspek teoritis. Studi literatur dilakukan dengan maksud untuk mencari pedoman atau prinsip dasar guna mendapat dan menyusun landasan teori, kerangka berpikir, dan menentukan asumsi sementara atau disebut juga dengan hipotesis penelitian. Sehingga peneliti dapat membagi, mengklasifikasi, dan menggunakan variasi pustaka dalam bidangnya. Serta dengan ini peneliti akan memiliki pengkajian yang lebih ekstensif dan mendalam terhadap masalah yang akan diteliti.
2. Studi Lapangan. Yaitu suatu kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk memberikan

gambaran detail mengenai perkembangan industri galangan kapal. Pada tahapan ini akan dilakukan observasi kepada beberapa galangan kapal serta wawancara singkat terkait dengan permasalahan yang akan diteliti.

3.4 Pengolahan Data

Data dan informasi yang telah terkumpul kemudian dijadikan landasan dalam proses penelitian. Merangkai hipotesis yang relevan dengan keadaan nyata untuk menciptakan kemungkinan-kemungkinan yang dapat dijadikan sebagai gagasan pengembangan industri galangan kapal, dengan tanpa mengabaikan teori-teori yang sudah ada

3.5 Hasil yang Diharapkan

Hasil kajian pengembangan industri galangan kapal dengan konsep 3E (Economies of scale, energy efficiency, environmental improvement) yang merupakan suatu gagasan untuk membangun industri galangan kapal yang lebih baik. Hasil yang diharapkan berupa ide-ide dan masukan-masukan yang dapat diterapkan oleh galangan kapal untuk meningkatkan kualitas dan daya saing galangan tersebut. Bila hasil sudah sesuai dengan yang diinginkan, maka dilanjut ke tahap kesimpulan dan saran. Namun apabila dirasa kurang, maka akan dikaji lagi melalui proses pengumpulan data.

3.6 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran dari kajian pengembangan industri galangan kapal dengan konsep 3E (Economies of scale, energy efficiency, environmental improvement)

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Permasalahan

Dalam penelitian ini, permasalahan yang akan diidentifikasi pertama-tama akan dibagi ke dalam tiga aspek, yaitu faktor skala ekonomis, efisiensi energi, dan perbaikan lingkungan. Selanjutnya akan dilakukan penentuan solusi dari permasalahan ketiga aspek tersebut yang nantinya akan dikembangkan lebih lanjut. Hasil prioritas yang didapat dari masing-masing aspek akan digabungkan menjadi satu dan menjadi hasil akhir penelitian.

4.2 Penyusunan dan Prosedur

Urutan dalam penyelesaian permasalahan menggunakan metode AHP yang akan dikerjakan yaitu:

1. Menentukan tujuan, kriteria, dan alternatif.

2. Membuat struktur hierarki berdasarkan tujuan, kriteria, dan alternatif yang telah ditentukan.
3. Menyusun kriteria-kriteria ke dalam bentuk matriks berpasangan sebagai berikut:

Tabel 1: Matriks Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria

Kriteria	C ₁	C ₂	C _{...}	C _n
C ₁	C _{1,1}	C _{1,2}	C _{1,3}	C _{1,n}
C ₂	C _{2,1}	C _{2,2}	C _{2,3}	C _{2,n}
C _{...}	C _{3,1}	C _{2,3}	C _{...,...}	C _{...,n}
C _n	C _{n,1}	C _{n,2}	C _{n,...}	C _{n,n}

Tabel 2: Matriks Perbandingan Berpasangan untuk Alternatif

C _n	A ₁	A ₂	A ₃	A _n
A ₁	A _{1,1}	A _{1,2}	A _{1,3}	A _{1,n}
A ₂	A _{2,1}	A _{2,2}	A _{2,3}	A _{2,n}
A ₃	A _{3,1}	A _{2,3}	A _{3,3}	A _{...,n}
A _n	A _{n,1}	A _{n,2}	A _{n,...}	A _{n,n}

Kemudian memberikan penilaian berdasarkan konsep yang dikemukakan oleh Saaty (1988).

4. Menghitung vector eigen
5. Menguji konsistensi setiap matriks berpasangan. Dengan langkah sebagai berikut:

- a. Menentukan nilai eigen maksimal (λ_{maks})

Didapat dari perkalian hasil penjumlahan setiap baris pada matriks perbandingan berpasangan dengan vector eigen normalisasi.

- b. Menghitung Indeks Konsistensi (CI) dengan rumus:

$$CI = (\lambda_{maks} - n) / (n - 1)$$

Di mana:

CI = indeks konsistensi

λ_{maks} = nilai eigen dari matriks berordo n

n = jumlah kriteria

- c. Menghitung Rasio Konsistensi dengan rumus:

$$CR = CI / IR$$

Di mana:

CR = Consistency Ratio

CI = Consistency Indeks

IR = Indeks Random Consistency

Jika nilai IR lebih dari 0,1 maka penilaian harus diperbaiki. Namun jika CR kurang dari 0,1 maka hasil perhitungan dinyatakan konsisten.

6. Perhitungan peringkat berdasarkan pada vector eigen normalisasi. Hasil akhir berupa alternatif dengan nilai tertinggi sebagai prioritas yang nantinya dapat digunakan oleh pengambil keputusan

4.3 Pembahasan

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan tujuan. Di mana tujuan yang telah ditetapkan akan disederhanakan menjadi permasalahan yang lebih kecil. Elemen tujuan di dalam penelitian ini merujuk kepada tiga aspek, yaitu skala ekonomis, efisiensi energi, dan perbaikan lingkungan. Masing-masing aspek memiliki kriteria dan alternatifnya tersendiri.

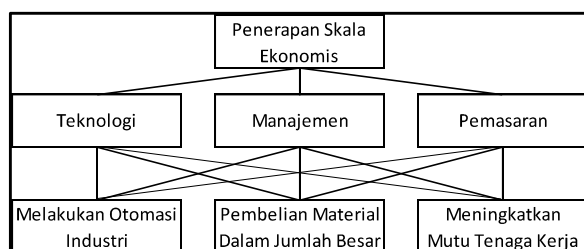
4.3.1 Penerapan Skala Ekonomis (Economies of Scale)

A. Penentuan Kriteria dan Alternatif

- Kriteria: Teknologi, Manajemen, dan Pemasaran
- Alternatif: Melakukan otomasi industri, Pembelian material dalam jumlah besar, dan Meningkatkan mutu tenaga kerja

B. Menyusun Struktur Hierarki

Permasalahan yang telah diidentifikasi kemudian diurai menjadi bentuk pohon hierarki yang menunjukkan hubungan antara tujuan, kriteria dan sub-kriteria, serta alternatif dari permasalahan tersebut.



Gambar 1: Struktur Hierarki Penerapan Skala Ekonomis

C. Penyusunan dan Penilaian Kriteria

Terdapat sejumlah kriteria dengan konstanta $C1 = \{C1_1, C1_2, C1_3\}$. Nilai kriteria yang telah ditentukan melalui kuesioner kemudian dimasukkan ke dalam tabel matriks perbandingan berpasangan. Sehingga matriks perbandingan berpasangan untuk membandingkan satu kriteria dengan kriteria yang lain yang mengacu pada tabel 4.1 adalah sebagai berikut:

Tabel 3: Matriks Berpasangan untuk Kriteria Penerapan Skala Ekonomis

Kriteria	C2 ₁	C2 ₂	C2 ₃
C2 ₁	1	0,33	7
C2 ₂	3	1	5
C2 ₃	0,14	0,20	1
Jumlah	4,143	1,533	13

Setelah tabel perbandingan terbentuk, maka selanjutnya menghitung vector eigen normalisasi dan dimasukkan ke dalam tabel sebagai berikut:

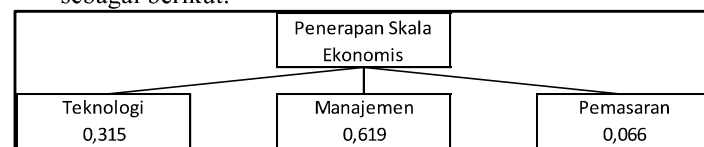
Tabel 4: Pencarian Eigen Vector Normalisasi Penerapan Skala Ekonomis

Kriteria	Jumlah				EVN
C1 ₁	3	2,067	15,667	20,733	0,315
C1 ₂	6,714	3	31	40,714	0,619
C1 ₃	0,886	0,448	3	4,333	0,066
Keseluruhan				65,781	

Berikutnya hitung rasio konsistensi. Rasio konsistensi digunakan untuk mengetahui tingkat konsistensi penilaian perbandingan kriteria. Langkah-langkahnya yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan nilai eigen maksimal
 $\lambda_{maks} = (4,143 \times 0,315) + (1,533 \times 0,619) + (13 \times 0,066) = 3,112$
2. Menghitung Indeks Konsistensi
 $CI = (3,112 - 3) / (3 - 1) = 0,056$
3. Menghitung Rasio Konsistensi
 $CR = 0,056 / 0,58 = 0,096$

Karena $CR < 0,1$ maka preferensi pembobotan dinyatakan konsisten. Hasil perhitungan di atas kemudian digambarkan ke dalam struktur hierarki sebagai berikut:



Gambar 2: Hierarki Bobot Kriteria Penerapan Skala Ekonomis

Dengan demikian, prioritas penilaian kriteria yang diberikan oleh pengambil keputusan dan para ahli adalah sebagai berikut:

1. Manajemen dengan nilai 0,619
2. Teknologi dengan nilai 0,315
3. Pemasaran dengan nilai 0,066

D. Penyusunan dan Penilaian Alternatif Terhadap Kriteria

Hasil kuesioner yang didapat menyatakan sebagai berikut:

- Alternatif terhadap Kriteria Teknologi

Tabel 5: Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kriteria Teknologi

Kriteria	A1 ₁	A1 ₂	A1 ₃
A1 ₁	1	7	5

A ₁₂	0,14	1	0,33
A ₁₃	0,20	3	1
Jumlah	1,34	11,00	6,33

- Alternatif terhadap Kriteria Teknologi

Tabel 6: Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kriteria Manajemen

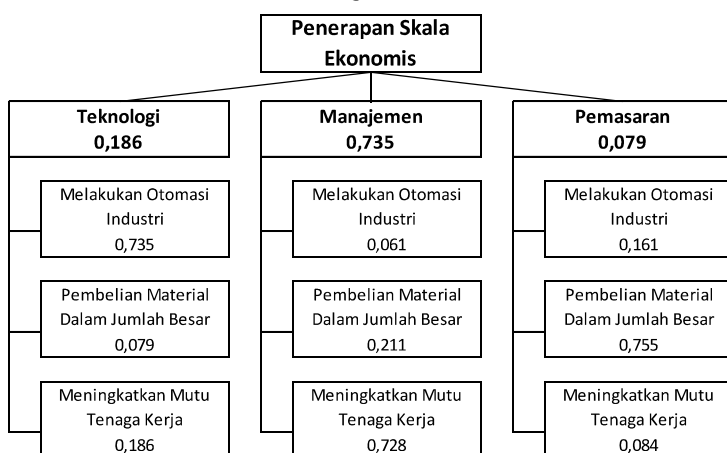
Kriteria	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃
A ₁₁	1	0,20	0,14
A ₁₂	5	1	0,20
A ₁₃	7	5	1
Jumlah	13,00	6,20	1,34

- Alternatif terhadap Kriteria Teknologi

Tabel 7: Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif Terhadap Kriteria Permesinan

Kriteria	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃
A ₁₁	1	0,14	3
A ₁₂	7,00	1	5
A ₁₃	0,33	0,20	1
Jumlah	8,33	1	9,00

Dengan menggunakan metode dan perhitungan yang sama, maka didapat hasil yang disajikan ke dalam bentuk sebagai berikut:



Gambar 3: Hierarki Pembobotan Alternatif terhadap Setiap Kriteria Penerapan Skala Ekonomis

- E. Perhitungan *Total Rank* dan Peringkat Alternatif
- Langkah terakhir yaitu perhitungan total rank dan peringkat alternatif yang didapat dari hasil penjumlahan perkalian eigen vector alternatif terhadap kriteria dengan eigen vector kriteria.

Tabel 8: Total Ranking Alternatif Penerapan Skala Ekonomis

Alternatif	Nilai
Melakukan Otomasi Industri	0,194
Pembelian Material Dalam Jumlah Besar	0,229
Meningkatkan Mutu Tenaga Kerja	0,577

Dan peringkat prioritas alternatifnya yaitu:

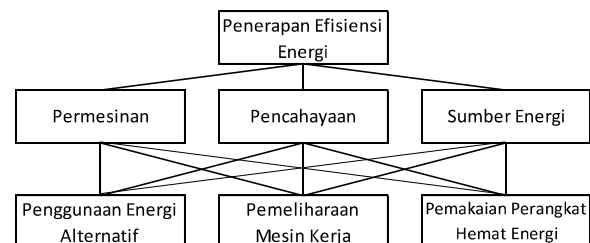
1. Meningkatkan Mutu Tenaga Kerja
2. Pembelian Material Dalam Jumlah Besar
3. Melakukan Otomasi Industri

4.3.2 Penerapan Efisiensi Energi (Energy Efficiency)

- A. Penentuan Kriteria dan Alternatif
- Kriteria : Permesinan, Pencapaian, dan Sumber Energi
 - Alternatif : Penggunaan energi alternatif, Pemeliharaan mesin kerja, dan Pemakaian perangkat hemat energi

- B. Menyusun Struktur Hierarki

Permasalahan yang telah diidentifikasi kemudian diurai menjadi bentuk pohon hierarki yang menunjukkan hubungan antara tujuan, kriteria dan sub-kriteria, serta alternatif dari permasalahan tersebut.



Gambar 4: Struktur Hierarki Penerapan Efisiensi Energi

- C. Penyusunan dan Penilaian Kriteria

Terdapat sejumlah kriteria dengan konstanta $C2 = \{C2_1, C2_2, C2_3\}$. Nilai kriteria yang telah ditentukan melalui kuesioner kemudian dimasukkan ke dalam tabel matriks perbandingan berpasangan. Sehingga matriks perbandingan berpasangan untuk membandingkan satu kriteria dengan kriteria yang lain yang mengacu pada tabel 4.1 adalah sebagai berikut:

Tabel 9: Matriks Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Penerapan Efisiensi Energi

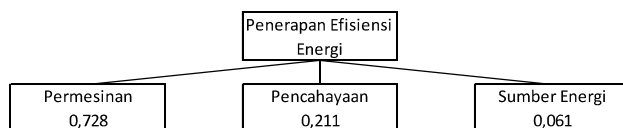
Kriteria	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃
C ₂₁	1	5	7
C ₂₂	0,20	1	5

C2 ₃	0,14	0,20	1
Jumlah	1,343	6,2	13

Setelah tabel perbandingan terbentuk, maka selanjutnya menghitung *vector eigen* normalisasi. Berikutnya hitung rasio konsistensi. Rasio konsistensi digunakan untuk mengetahui tingkat konsistensi penilaian perbandingan kriteria. Langkah-langkahnya yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan nilai eigen maksimal
 $\lambda_{maks} = (1,343 \times 0,728) + (6,2 \times 0,211) + (13 \times 0,06) = 3,076$
2. Menghitung Indeks Konsistensi
 $CI = (3,076 - 3) / (3 - 1) = 0,038$
3. Menghitung Rasio Konsistensi
 $CR = 0,038 / 0,58 = 0,065$

Karena $CR < 0,1$ maka preferensi pembobotan dinyatakan konsisten. Hasil perhitungan di atas kemudian digambarkan ke dalam struktur hierarki sebagai berikut:



Gambar 5: Hierarki Bobot Kriteria Penerapan Efisiensi Energi

Dengan demikian, prioritas penilaian kriteria yang diberikan oleh pengambil keputusan adalah:

1. Permesinan dengan nilai 0,728
2. Pencahayaannya dengan nilai 0,211
3. Sumber Energi dengan nilai 0,061

D. Penyusunan dan Penilaian Alternatif Terhadap Kriteria

Hasil kuesioner yang didapat menyatakan sebagai berikut:

- Alternatif terhadap Kriteria Permesinan

Tabel 10: Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kriteria Teknologi

Kriteria	A2 ₁	A2 ₂	A2 ₃
A2 ₁	1	0,20	0,33
A2 ₂	5	1	3
A2 ₃	3	0,33	1
Jumlah	9	1,53	4,33

- Alternatif terhadap Kriteria Pencahayaannya

Tabel 11: Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kriteria Manajemen

Kriteria	A2 ₁	A2 ₂	A2 ₃
A2 ₁	1	3	0,14

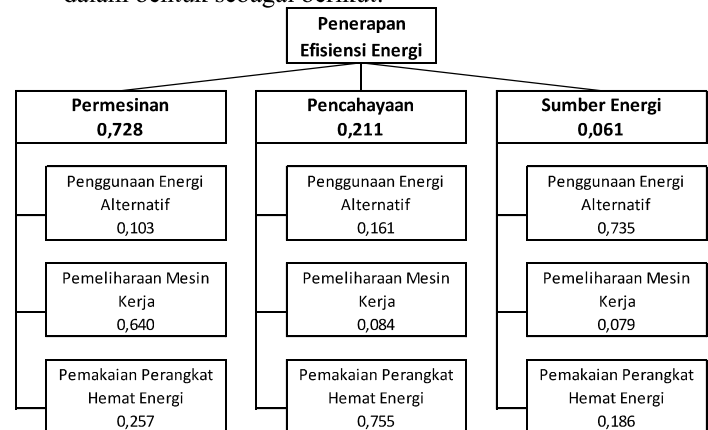
A2 ₂	0,33	1	0,20
A2 ₃	7	5	1
Jumlah	8,33	9,00	1,34

- Alternatif terhadap Kriteria Teknologi

Tabel 12: Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif Terhadap Kriteria Sumber Energi

Kriteria	A2 ₁	A2 ₂	A2 ₃
A2 ₁	1	7	5
A2 ₂	0,14	1	0,33
A2 ₃	0,20	3	1
Jumlah	1,34	11	6,33

Dengan menggunakan metode dan perhitungan yang sama, maka didapat hasil yang disajikan ke dalam bentuk sebagai berikut:



Gambar 6: Hierarki Pembobotan Alternatif terhadap Setiap Kriteria Penerapan Efisiensi Energi

E. Perhitungan Total Rank dan Peringkat Alternatif

Langkah terakhir yaitu perhitungan total rank dan peringkat alternatif yang didapat dari hasil penjumlahan perkalian eigen vector alternatif terhadap kriteria dengan eigen vector kriteria.

Tabel 13: Total Ranking Alternatif Penerapan Efisiensi Energi

Alternatif	Nilai
Penggunaan Energi Alternatif	0,154
Pemeliharaan Mesin Kerja	0,488
Pemakaian Perangkat Hemat Energi	0,358

Dan peringkat prioritas alternatifnya yaitu:

1. Meningkatkan Mutu Tenaga Kerja
2. Pembelian Material Dalam Jumlah Besar
3. Melakukan Otomasi Industri

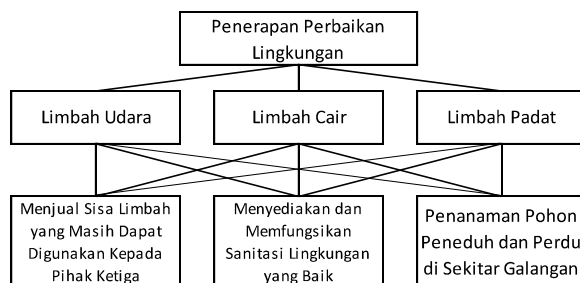
4.3.3 Penerapan Perbaikan Lingkungan (Environmental Improvement)

A. Penentuan Kriteria dan Alternatif

- Kriteria : Limbah Udara, Limbah Cair, dan Limbah Padat
- Alternatif : Menjual sisa limbah yang masih dapat digunakan kepada pihak ketiga, Menyediakan dan memfungsikan sanitasi lingkungan yang baik, Penanaman pohon peneduh dan perdu di sekitar galangan.

B. Menyusun Struktur Hierarki

Permasalahan yang telah diidentifikasi kemudian diurai menjadi bentuk pohon hierarki yang menunjukkan hubungan antara tujuan, kriteria dan sub-kriteria, serta alternatif dari permasalahan tersebut.



Gambar 7: Struktur Hierarki Penerapan Perbaikan Lingkungan

C. Penyusunan dan Penilaian Kriteria

Terdapat sejumlah kriteria dengan konstanta $C3 = \{C3_1, C3_2, C3_3\}$. Nilai kriteria yang telah ditentukan melalui kuesioner kemudian dimasukkan ke dalam tabel matriks perbandingan berpasangan. Sehingga matriks perbandingan berpasangan untuk membandingkan satu kriteria dengan kriteria yang lain yang mengacu pada tabel 4.1 adalah sebagai berikut:

Tabel 14: Matriks Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Penerapan Perbaikan Lingkungan

Kriteria	C3 ₁	C3 ₂	C3 ₃
C3 ₁	1	0,2	3
C3 ₂	5	1	7
C3 ₃	0,33	0,14	1
Jumlah	6,33	1,34	11

Setelah tabel perbandingan terbentuk, maka selanjutnya menghitung *vector eigen* normalisasi. Berikutnya hitung rasio konsistensi. Rasio konsistensi digunakan untuk mengetahui tingkat konsistensi penilaian perbandingan kriteria. Langkah-langkahnya yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan nilai eigen maksimal
 $\lambda_{maks} = (6,33 \times 0,186) + (1,34 \times 0,735) + (11 \times 0,079) = 3,03$
2. Menghitung Indeks Konsistensi
 $CI = (3,03 - 3) / (3 - 1) = 0,015$
3. Menghitung Rasio Konsistensi
 $CR = 0,015 / 0,58 = 0,026$

Karena $CR < 0,1$ maka preferensi pembobotan dinyatakan konsisten. Hasil perhitungan di atas kemudian digambarkan ke dalam struktur hierarki sebagai berikut:



Gambar 8: Hierarki Bobot Kriteria Penerapan Perbaikan Lingkungan

Dengan demikian, prioritas penilaian kriteria yang diberikan oleh pengambil keputusan adalah:

1. Limbah Cair dengan nilai 0,735
2. Limbah Udara dengan nilai 0,186
3. Limbah Padat dengan nilai 0,079

D. Penyusunan dan Penilaian Alternatif Terhadap Kriteria

Hasil kuesioner yang didapat menyatakan sebagai berikut:

- Alternatif terhadap Kriteria Limbah Udara

Tabel 15: Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kriteria Limbah Udara

Kriteria	A3 ₁	A3 ₂	A3 ₃
A3 ₁	1	0,14	0,11
A3 ₂	7	1	0,33
A3 ₃	9	3	1
Jumlah	17	4,14	1,44

- Alternatif terhadap Kriteria Limbah Cair

Tabel 16: Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kriteria Limbah Cair

Kriteria	A3 ₁	A3 ₂	A3 ₃
A3 ₁	1	0,14	0,33
A3 ₂	7	1	3
A3 ₃	3	0,33	1
Jumlah	11,00	1,48	4,33

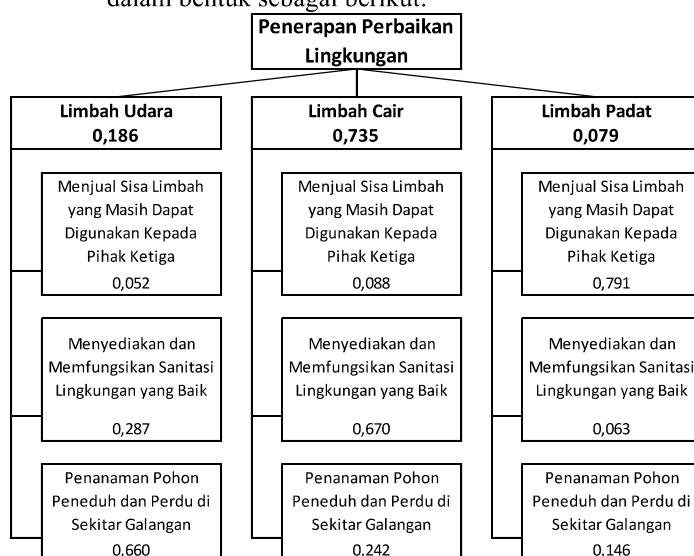
- Alternatif terhadap Kriteria Limbah Padat

Tabel 17: Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif Terhadap Kriteria Sumber Limbah Padat

Kriteria	A3 ₁	A3 ₂	A3 ₃
----------	-----------------	-----------------	-----------------

A3 ₁	1	9	7
A3 ₂	0,11	1	0,33
A3 ₃	0,14	3	1
Jumlah	1,25	13	8,33

Dengan menggunakan metode dan perhitungan yang sama, maka didapat hasil yang disajikan ke dalam bentuk sebagai berikut:



Gambar 9: Hierarki Pembobotan Alternatif terhadap Setiap Kriteria Penerapan Efisiensi Energi

E. Perhitungan *Total Rank* dan Peringkat Alternatif
Langkah terakhir yaitu perhitungan total rank dan peringkat alternatif yang didapat dari hasil penjumlahan perkalian eigen vector alternatif terhadap kriteria dengan eigen vector kriteria.

Tabel 18: *Total Ranking Alternatif Penerapan Efisiensi Energi*

Alternatif	Nilai
Menjual Sisa Limbah yang Masih Dapat Digunakan Kepada Pihak Ketiga	0,136
Menyediakan dan Memfungsikan Sanitasi Lingkungan yang Baik	0,551
Penanaman Pohon Peneduh dan Perdu di Sekitar Galangan	0,313

Dan peringkat prioritas alternatifnya yaitu:

1. Menyediakan dan memfungsikan sanitasi lingkungan yang baik
2. Penanaman pohon peneduh dan perdu di sekitar galangan
3. Menjual sisa limbah yang masih dapat digunakan kepada pihak ketiga

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan metode AHP, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kriteria yang paling berpengaruh dalam penerapan skala ekonomis adalah Manajemen dengan bobot prioritas = 0,619; selanjutnya Teknologi dengan bobot prioritas = 0,315; dan terakhir Pemasaran dengan bobot prioritas = 0,066. Dan penerapan efisiensi energi yang paling efektif adalah dengan urutan prioritas sebagai berikut:
 - a. Meningkatkan mutu tenaga kerja, dengan bobot 0,577
 - b. Pembelian material dalam jumlah besar, dengan bobot 0,229
 - c. Melakukan otomasi industri, dengan bobot 0,194
2. Kriteria yang paling berpengaruh dalam penerapan efisiensi energi adalah Permesinan dengan bobot prioritas = 0,728; selanjutnya Pencahaya dengan bobot prioritas = 0,211; dan terakhir Sumber Energi dengan bobot prioritas = 0,061. Dan penerapan efisiensi energi yang paling efektif adalah dengan urutan prioritas sebagai berikut:
 - a. Pemeliharaan mesin kerja, dengan bobot 0,488
 - b. Pemakaian Perangkat Hemat Energi, dengan bobot 0,358
 - c. Penggunaan energi alternatif, dengan bobot 0,154
3. Kriteria yang paling berpengaruh dalam penerapan perbaikan lingkungan adalah Limbah Cair dengan bobot prioritas = 0,735; selanjutnya Limbah Udara dengan bobot prioritas = 0,186; dan terakhir Limbah Padat dengan bobot prioritas = 0,079. Dan penerapan efisiensi energi yang paling efektif adalah dengan urutan prioritas sebagai berikut:
 - a. Menyediakan dan memfungsikan sanitasi lingkungan yang baik, dengan bobot 0,551
 - b. Penanaman pohon peneduh dan perdu di sekitar galangan, dengan bobot 0,313
 - c. Menjual sisa limbah yang masih dapat digunakan kepada pihak ketiga, dengan bobot 0,136
4. Hasil utama dari penelitian ini adalah gagasan yang berupa konfigurasi alternatif tertinggi dari setiap bagian di dalam konsep 3E (*Economies of Scale, Energy Efficiency, Environmental Improvement*), yaitu melakukan peningkatan mutu tenaga kerja, pemeliharaan mesin kerja, serta menyediakan dan memfungsikan sanitasi lingkungan yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, Minto, dkk. 2016. *Penilaian Risiko Lingkungan (Environmental Risk Assessment) Pada Pekerjaan Reparasi Kapal di Perusahaan Galangan Kapal Subklaster*

- Surabaya. Prosiding Seminat Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST). Yogyakarta, 26 November 2016. Hal. 567-570.
- Celli, M., 2013. *Determinants of Economies of Scale in Large Businesses—A Survey on UE Listed Firms*, Am. J. Ind. Bus. Manag., vol. 03, no. 03, pp. 255–261, 2013, doi: 10.4236/ajibm.2013.33031.
- Cocoshoppers.com. 2020. *Economies of Scale: Definisi dan Apa Manfaatnya Bagi Perusahaan*.
<https://cocoshoppers.com/economies-of-scale-definisi-dan-apa-manfaatnya-bagi-perusahaan/>. 6 Januari 2021.
- Dhanarko, Topo Budi. 2016. *Implementasi Kebijakan Pendidikan Lingkungan Melalui Program Adiwiyata di Provinsi Jawa Tengah (Studi Kasus SMA Negeri 2 Pati dan SMA Negeri 9 Semarang*. E-prints Universitas Diponegoro, 13 September, 2017.
- Docking.id Blog. 2019. *Pengertian Galangan Kapal atau Shipyard*.
<http://blog.docking.id/pengertian-galangan-kapal-atau-shipyard/#:~:text=Galangan%20kapal%20atau%20shipyard%20adalah,wisata%2C%20kapal%20militer%20dan%20sebagainya>. 6 Januari 2021.
- Faiz, Pan Mohamad. 2016. *Perlindungan terhadap Lingkungan dalam Perspektif Konstitusi*. Jurnal Konstitusi. Volume 13, Nomor 4.
- Handayani, T., 2010. *Efisiensi energi dalam rancangan bangunan*, Spektrum Sipil, http://www.academia.edu/download/35243385/Lampiran_Sumber_Artikel.pdf. 28 Desember 2021.
- Hasbullah, Mansyur. 2016. *Strategi Penguatan Galangan Kapal Nasional Dalam Rangka Memperkuat Efektifitas dan Efisiensi Armada Pelayaran Domestik Nasional 2030*. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK). Vol. 14, no. 1, hal. 103-112, Januari-Juni 2016.
- Hidayat, Taufik. 2017. *Strategi Penetrasi Pasar untuk Meningkatkan Daya Saing Pasar Domestik pada Industri Galangan Kapal di Indonesia*. Technology Science and Engineering Journal. Vol. 1, No. 1, Februari 2017.
- Hildegardis, Cornelia. 2013. *Audit Performa Energi Pada Gedung Laboratorium Komputer & Kantor Yayasan Pendidikan Tinggi Nusa*
- Nipa. E-journal Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 8 November, 2013.
- Junius, Karsten. 1997. *Economies of Scale: A Survey of the Empirical Literature*. Kiel Working Paper No. 813. Kiel Institute of World Economics, Germany, May 1997.
- Kompas.com. 2008. *Pengawasan atas Limbah di Galangan Kapal*.
<https://regional.kompas.com/read/2008/12/16/00070022/Pengawasan.atas.Limbah.di.Galangan.Kapal.Lemah>. 5 Januari 2021.
- Mhainnín, S. N., 2011. *Sample Environmental Improvement Plan*,
<http://repository.localprevention.ie/wp-content/uploads/2015/05/Sample-Environemnt-Improvement-Plan.pdf>. 1 Januari 2021.
- Nerims. 2014. *Konsep Dasar AHP dalam Sistem Pendukung Keputusan (SPK)*.
<https://nerims.wordpress.com/2014/03/12/konsep-dasar-ahp-dalam-sistem-pendukung-keputusan-spk/#:~:text=AHP%20merupakan%20alat%20pengambil%20keputusan,tujuan%2C%20kriteria%2Cdan%20alternatif>. 6 Januari 2021.
- Rahman, A., and Karim, M. M., 2015. *Green Shipbuilding and Recycling: Issues and Challenges*, Int. J. Environ. Sci. Dev., vol 6, no. 11, pp. 838-842, 2015, doi: 10.7763/ijesd.2015.v6.709
- Warsilan, W., 2018. *Shipyard Industrial Development Studies East Kalimantan*, Mimb. J. Sos. dan Pembang., vol. 34, no. 2, pp. 462–472, 2018, doi: 10.29313/mimbar.v34i2.3917.