



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisis Efektifitas *Material Handling* dengan Metode *Blocplan* guna *Re-Layout* Galangan Kapal PT Batamec Shipyard

Azreil Disky Setya Pradana¹⁾, Imam Pujo Mulyatno²⁾, Wilma Amiruddin³⁾

¹⁾Laboratorium Teknologi Material dan Produksi Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*)}e-mail : azreildisky@students.undip.ac.id

Abstrak

Galangan kapal di Indonesia sudah semestinya memerlukan efektifitas dalam waktu *Material Handling* guna mengembangkan dunia industri perkapalan, perusahaan galangan kapal yang ada di Indonesia harus meningkatkan proses produksi kapal karena kondisi aktivitas industri perkapalan yang begitu penting bagi negara. Proses kerja yang efisien sangat diperlukan untuk mencapai tujuan meningkatkan proses produksi dan memperoleh keuntungan bagi pihak pemilik kapal maupun pihak galangan kapal. Mendesain ulang tata letak sebuah galangan kapal memungkinkan jarak dan waktu dari *material handling* menjadi lebih singkat dan efisien. Galangan pada penelitian ini adalah galangan PT Batamec Shipyard, Metode dari penelitian ini menggunakan metode *Blocplan*. Berdasarkan hasil perhitungan, *alternative layout* pada Bangunan Kapal Baru dan Reparasi Kapal mengalami perubahan yang signifikan sehingga *alternative layout* memiliki jarak dan waktu yang lebih singkat. *Alternative layout* Bangunan Kapal Baru mengalami perubahan jarak *Rectilinear* dari *Material Handling Facility – Fabrication Area 1 – Slipway Dock 1* yang awal mula memiliki jarak 771,91 m menjadi 451,78 m atau berubah sebesar 41,4%, dan mengalami perubahan waktu dari 22 menit menjadi 13 menit. *Alternative layout* Reparasi Kapal memiliki perubahan jarak *Rectilinear* dari *Material Handling Facility – Syncrolift* yang memiliki jarak 802,3 m berubah menjadi 561,61 m atau berubah sebesar 30% dan mengalami perubahan waktu dari 23 menit menjadi 16 menit.

Kata Kunci : Efektifitas, *Material Handling*, Layout, Galangan, *Blocplan*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia, dengan memiliki lebih dari 17.000 pulau dan luas laut sekitar 2,9 juta kilometer persegi. Sehingga luas laut yang besar ini menjadi aset penting dan strategis untuk Indonesia dalam beberapa aspek, termasuk ekonomi, keamanan, dan transportasi. Sebagian besar juga perdagangan internasional Indonesia dilakukan melalui jalur laut, dengan fenomena ini memperlihatkan betapa penting dunia perkapalan dalam kelancaran arus barang dan jasa di wilayah perairan Indonesia.

Galangan kapal adalah bangunan tepi pantai dengan fasilitas industri yang dirancang khusus untuk kegiatan pembuatan, perbaikan, dan pemeliharaan kapal. Perusahaan galangan kapal dapat menyediakan pelayanan reparasi kapal di

tempat ataupun ada beberapa galangan kapal yang dapat melakukan reparasi kapal di laut, sehingga galangan kapal merupakan salah satu penyedia kebutuhan kapal untuk menentukan kelaikan kapal di laut [1].

Perusahaan galangan kapal di Indonesia dapat meningkatkan proses produksi kapal. Untuk mencapai tujuan produksi dan memperoleh keuntungan bagi galangan kapal dan pemilik kapal, proses kerja yang efektif sangat diperlukan [2]. Tata letak galangan kapal dapat mempengaruhi nilai investasi pada lahan galangan kapal, dan tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan efektifitas *material handling* dengan mengurangi jarak dan waktu yang diperlukan untuk mengangkut material di galangan kapal [3]. Dengan demikian, tata letak galangan adalah komponen penting yang dapat mengurangi biaya investasi pada lahan galangan

kapal yang akan digunakan dan meningkatkan efektivitas pengangkutan material yang baik. Proses ini memperhatikan urutan yang sesuai dengan biaya yang murah dan metode yang benar [4].

Tata letak sebuah galangan sangat mempengaruhi material handling dan berlaku sebaliknya, sehingga dapat mendukung kelancaran proses produksi dari perusahaan seperti galangan kapal [4]. Tata letak fasilitas yang berjalan baik dan benar akan menghasilkan pengaruh yang sangat signifikan terkait peningkatan produktivitas pada perusahaan, baik waktu maupun *material handling*. Dari tata letak fasilitas yang tepat mendapatkan hasil dari *layout* usulan dalam penentuan tata letak yang di berikan, sebagai lintasan dan pergerakan tenaga kerja di lantai produksi mampu mengurangi waktu tunggu yang berlebihan, serta pemanfaatan area produksi [5]. Hal ini sesuai dengan fenomena apa yang terjadi di lapangan, yaitu di galangan PT Batamec Shipyard. Memiliki jarak yang terlalu jauh antara tiap bengkel produksi serta lahan yang luas di galangan kapal ini menyebabkan waktu pengangkutan material menjadi lebih lama, yang berdampak pada kelancaran suatu proses produksi PT Batamec Shipyard. Biaya investasi pada lahan yang akan digunakan juga disebabkan oleh jarak bengkel yang terlalu jauh.

Permasalahan tata letak yang telah terjadi di galangan kapal PT Batamec Shipyard dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *Blocplan*. Dibanding dengan metode lainnya, kelebihan metode *Blocplan* adalah dapat membuat beberapa usulan tata letak yang berbeda dari hasil perhitungan serta analisis tata letak berbasis sistem komputer, metode *Blocplan* ini dipilih karena metode ini cocok untuk perubahan tata letak perusahaan yang memiliki banyak bengkel dan fenomena ini sesuai dengan yang ada pada galangan PT Batamec Shipyard [6].

Berdasarkan dari hasil penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *Blocplan* yaitu, penelitian re-layout bengkel-bengkel atau stasiun kerja yang terlalu jauh guna mendapatkan lahan minimal yang diinginkan pernah dilakukan pada pabrik UKM Roti Rizki di Bontang dengan lahan yang dimiliki sebesar 100 m² dan memiliki 12 stasiun kerja yang mampu diperkecil menjadi 67,5992 m², dimana pada layout terbaru sudah mampu mencakupi 12 stasiun kerja yang ada [7]. Penelitian *re-layout* galangan kapal PT. Yasa Wahana Tirta Samudera yang memiliki perpindahan pada tata letak awal jarak Rectilinear *Material Handling Facility* (MHF)-*Graving Dock* sebesar 236, 2 m menjadi 111,9 m atau

berubah sebesar 52,6% dan jarak Rectilinear *Material Handling Facility* (MHF)-*Building Berth* sebesar 266,7 m menjadi 142,9 m atau berubah sebesar 46,4% [8]. Berdasarkan hasil penelitian perancangan ulang tata letak fasilitas pabrik pembuatan batu bara menggunakan perencanaan Activity Relationship Chart (ARC), diperoleh presentase penurunan panjang lintasan material handling sebesar 74,8% untuk Layout 1 sedangkan untuk Layout 2 penurunan lintasan material handling sebesar 69,5% [9].

Berdasarkan dengan hal-hal diatas, penelitian ini harus dilakukan dengan menggunakan metode *Blocplan* dengan bantuan aplikasi DOSBox dengan judul “Analisis Efektifitas Material Handling Re-Layout Galangan Kapal PT Batamec Dengan Metode *Blocplan*”. Tujuan pada penelitian ini untuk menemukan jenis *layout* galangan kapal PT Batamec yang efisien dengan mempertimbangkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan, jarak yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Blocplan* dengan bantuan aplikasi DOSBox yang memiliki kemampuan untuk membuat layout galangan secara sistematis dan dikomputerisasi [10]. Diharapkan pada penelitian ini akan membantu PT Batamec untuk mengatur ulang tata letak galangannya, yang akan meningkatkan efektivitas pengangkutan material dan mempercepat proses produksi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai efisiensi material handling berdasarkan pada existing layout PT Batamec Shipyard dan menentukan perubahan layout untuk mendapatkan nilai jarak dan waktu material handling yang lebih baik.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam proses penelitian re-layout adalah metode *Blocplan*, algorithm jenis tata letak ini dibuat dan dinilai oleh program berdasarkan data masukan.

2.1. Material Handling

Material Handling adalah proses yang melibatkan manufaktur dan distribusi, mencakup penggunaan dan pembuangan material dalam jumlah yang tepat, pada waktu yang sesuai, dan di tempat yang cocok. Proses ini dilakukan dengan memperhatikan urutan yang benar, biaya yang efisien, dan metode yang tepat [11].

Material handling memiliki tujuan utama yaitu untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas produksi pada galangan [12].

Pertimbangan yang harus dilakukan antara lain meliputi: karakteristik material, tingkat aliran material, tipe tata letak pabrik [13].

2.2. Efektivitas

Efektivitas adalah hubungan antara keluaran suatu pusat dengan sasaran lainnya yang harus dicapai, semakin besar kontribusi daripada output yang dihasilkan terhadap nilai pencapaian sasaran tersebut, maka dapat dikatakan efektif unit tersebut [14].

2.3. BLOCPLAN

Metode *BLOCPLAN* merupakan program yang dikembangkan untuk melakukan perancangan tata letak fasilitas menggunakan algoritma yang bersifat hybrid yang menggabungkan antara algoritma konstruktif dan algoritma perbaikan [15]. Adanya algoritma *Blocplan* ini dapat mempermudah dalam memberikan usulan *layout* yang terbaik bagi sebuah perusahaan guna meminimalkan jarak antara fasilitas atau memaksimalkan hubungan kedekatan antar fasilitas [16]. Hasil yang diperoleh dari perancangan tata letak fasilitas yang dapat dipilih berdasarkan tiga jenis kriteria yang ada, yaitu *Adjacency score*, *R-score*, dan *Product movement* [17]. Penelitian ini dimulai dengan menghitung efektifitas dari existing layout PT Batamec Shipyard, perhitungan jarak dilakukan dengan metode *Rectilinear*. Langkah selanjutnya, hasil perhitungan efektifitas existing layout tersebut akan menjadi acuan guna pembuatan alternative layout pada PT Batamec Shipyard.

Pembuatan alternative layout menggunakan metode *Blocplan* memiliki suatu langkah-langkah proses yang kompleks, seperti berikut:

1. Menganalisis *Flow of Material*
Langkah ini pada umumnya melibatkan peta atau diagram dalam proses pembuatannya, salah satunya adalah diagram *From to Chart*.
2. Pembuatan *Activity Relation Chart* (ARC)
Peta ARC itu ada berdasarkan data keterkaitan antar tiap departemen di galangan kapal PT Batamec Shipyard [2].
3. Pembuatan *Alternative Layout*

Alternative layout dari galangan ini menggunakan bantuan metode *BLOCPLAN*. Setelah mendapatkan iterasi terbaik dari inputan 20 iterasi, langkah selanjutnya membuat layout menggunakan bantuan aplikasi *AutoCAD* dengan memperhitungkan jarak *Rectilinear* antar departemen *workstation*.

4. Perhitungan Efektifitas dan *Alternative Layout* terhadap *Existing Layout*
Perhitungan ini dilakukan berdasarkan dari data jarak dan waktu material handling. *Alternative layout* harus menunjukkan tingkat efektivitas dan efisiensi yang lebih tinggi daripada *existing layout*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembuatan Diagram *Activity Relation Chart* (ARC)

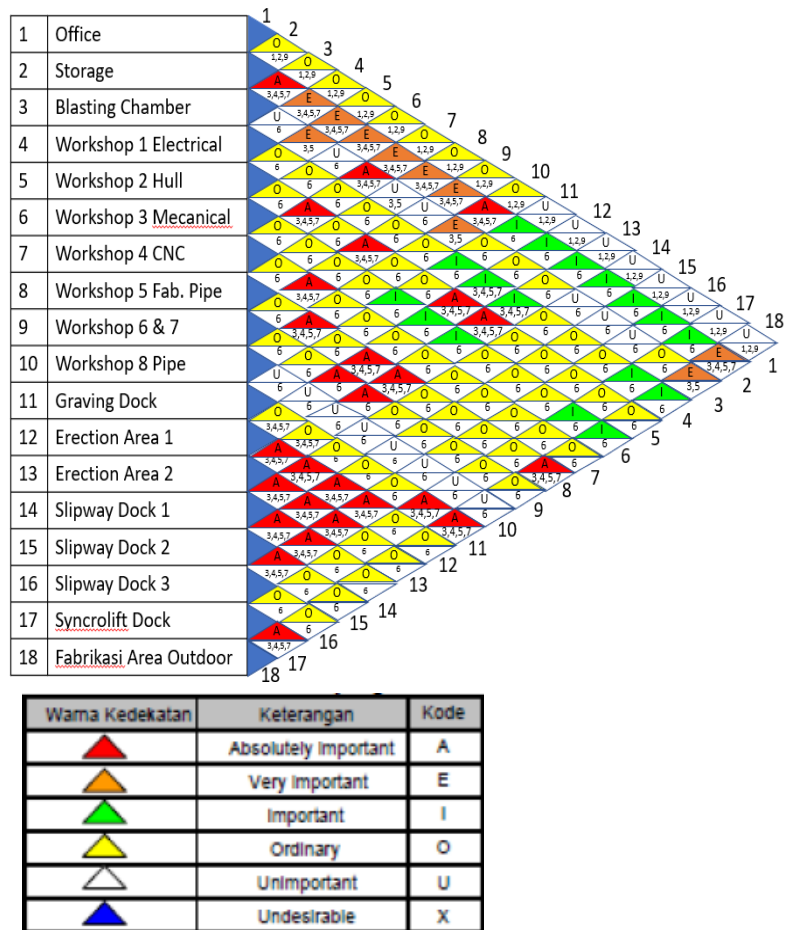
Activity Relationship Chart merupakan kegiatan ataupun aktivitas antara masing-masing bagian yang menggambarkan berguna tidaknya korelasi ruangan [18]. Dengan kata lain, *Activity Relationship Chart* (ARC) adalah peta yang disusun guna mengenali tingkatan ikatan antar kegiatan yang terjalin di tiap zona satu dengan zona yang lain secara berpasangan. *Activity Relationship Chart* digunakan buat menganalisis tingkatan ikatan ataupun keterkaitan kegiatan dari suatu ruangan dengan ruangan yang lain [19]. Menentukan aktivitas yang harus berdekatan dan mana yang harus tidak berdekatan atau berjauhan dalam penataan fasilitas, formula yang digunakan pada (ARC) *Activity Relationship Chart* menggunakan simbol A, E, I, O, U, X untuk menunjukkan tingkat derajat kedekatan hubungan antar seluruh kegiatan ARC [20].

Pembuatan *Activity Relation Ship* (ARC), alat atau transportasi material handling PT Batamec Shipyard menggunakan *forklift*, *Crawler Creane*, dan *Truck Semitrailer*.

Spesifikasi di atas menjadi kriteria dalam pembuatan ARC, untuk mempersingkat jarak *workshop* yang harus memperhitungkan radius putar dari alat material handling tersebut, supaya hasil *alternative layout* lebih *reliabel*. Terdapat beberapa kriteria dalam pembuatan ARC selain spesifikasi di atas, yaitu sebagai berikut:

- Jalur material handling bangunan kapal baru memiliki jalur, yaitu Storage – Blasting – Workshop CNC – Fabrikasi Area 1/2/3/4/Workshop 2/6/7 – Syncrolift/Slipway Dock 1/2/3. Jalur ini harus mutlak berdekatan sesuai dengan urutan jalurnya karena memiliki hubungan manfaat antar workshop.
- Jalur material handling reparasi kapal memiliki jalur, yaitu Storage – Workshop CNC – Syncrolift/Graving Dock. Jalur ini harus mutlak berdekatan sesuai dengan urutan jalurnya karena memiliki hubungan manfaat antar workshop.
- Bengkel yang tidak termasuk kejalur utama material handling, baik bangunan kapal baru ataupun reparasi kapal (selain jalur di atas) dapat diartikan tidak harus berdekatan.
- Penggunaan forklift dilakukan di semua bengkel pada galangan, sedangkan mobile crane dan heavy transport digunakan pada slipway dock 1/2/3, graving dock, dan syncrolift dock. Berdasarkan penggunaan alat berat tersebut, pada slipway dock 1/2/3, graving dock, syncrolift dock harus memiliki lebar jalur minimal sesuai dengan radius putar, yaitu sebesar 7,5 m dan selain pada workshop tersebut minimal harus memiliki lebar jalur minimal sebesar radius putar forklift, yaitu sebesar 3,5 m.
- Seluruh jarak di atas diukur berdasarkan jarak Rectilinear.

Dengan menghasilkan diagram ARC yang telah disertakan dengan keterangan dan hubungan antar workstation yang ada di layout. Maka berdasarkan kriteria-kriteria di atas, activity relation chart pada galangan PT Batamec Shipyard adalah sebagai berikut,



Gambar 1. Diagram ARC Workstation PT Batamec Shipyard

Dari **gambar 1** menunjukkan derajat hubungan aktivitas dalam metode ini menggunakan simbol-simbol yang sudah distandarisasi, yaitu A (mutlak harus berdekatan), E (sangat penting utk berdekatan), I (penting untuk berdekatan), O (tidak harus berdekatan), U (tidak perlu berdekatan), dan yang terakhir X (tidak boleh berdekatan).

Setelah sudah mendapati diagram ARC yang nanti akan digunakan, selanjutnya menghitung nilai dari ARC untuk memperoleh nilai *Total Closeness Rating* (TCR). **Tabel 1** menunjukkan setiap hubungan antara departemen *workstation* diberi pertimbangan berat yang menghasilkan nilai *Total Closeness Rating* (TCR). Nilai dari TCR adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Tabel TCR

| No | Workstation | A | E | I | O | U | X | Total | TCR |
|----|-----------------------------|---|---|---|----|---|---|-------|-----|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | |
| 1 | Office | 0 | 0 | 0 | 9 | 8 | 0 | 17 | 26 |
| 2 | Storage | 2 | 7 | 7 | 1 | 0 | 0 | 17 | 61 |
| 3 | Blasting & Painting Chamber | 2 | 3 | 0 | 5 | 7 | 0 | 17 | 39 |
| 4 | Workshop 1 | 0 | 1 | 5 | 10 | 1 | 0 | 17 | 40 |
| 5 | Workshop 2 | 4 | 2 | 0 | 11 | 0 | 0 | 17 | 50 |
| 6 | Workshop 3 | 0 | 1 | 5 | 10 | 1 | 0 | 17 | 30 |
| 7 | Workshop 4 | 3 | 1 | 0 | 13 | 0 | 0 | 17 | 45 |
| 8 | Workshop 5 | 4 | 1 | 0 | 11 | 1 | 0 | 17 | 47 |
| 9 | Workshop 6 & 7 | 4 | 1 | 0 | 11 | 1 | 0 | 17 | 47 |
| 10 | Workshop 8 | 2 | 1 | 0 | 6 | 8 | 0 | 17 | 34 |
| 11 | Graving Dock | 2 | 0 | 3 | 10 | 2 | 0 | 17 | 41 |
| 12 | Fabrikasi Area 1 | 7 | 0 | 3 | 5 | 2 | 0 | 17 | 56 |
| 13 | Fabrikasi Area 2 | 7 | 0 | 3 | 5 | 2 | 0 | 17 | 56 |
| 14 | Slipway Dock 1 | 4 | 0 | 1 | 9 | 3 | 0 | 17 | 44 |
| 15 | Slipway Dock 2 | 4 | 0 | 1 | 9 | 3 | 0 | 17 | 44 |
| 16 | Slipway Dock 3 | 4 | 0 | 1 | 9 | 3 | 0 | 17 | 44 |
| 17 | Syncrolift Dock | 2 | 0 | 3 | 10 | 2 | 0 | 17 | 41 |
| 18 | Fabrikasi Area 3 & 4 | 3 | 2 | 2 | 8 | 2 | 0 | 17 | 47 |

3.2. Pembuatan Desain *Alternative Layout*

Guna merencanakan dan merancang fasilitas galangan PT Batamec Shipyard, digunakan lah sebuah algoritma software yaitu *Blocplan (Bloc Layout Overview with Layout Planning)*. Untuk menyelesaikan masalah seperti *material handling* dan juga kedekatan antar *workstation* yang saling berhubungan disuatu *layout*, algoritma ini dipilih karena dapat menganalisis sebuah permasalahan secara kuantitatif ataupun kualitatif. Sehingga untuk menghasilkan momen gerak yang lebih minimum, algoritma ini merekomendasikan tata letak aliran material yang optimal dengan jarak *workstation* yang kecil. Keuntungan utama *software Blocplan* adalah ramah bagi pengguna, sehingga pengguna software ini dapat melakukan analisis dengan lebih efisien dan menghasilkan hasil yang optimal.

Berikut merupakan Langkah-langkah dari penggunaan *software Blocplan* dalam perhitungannya guna membuat *alternative layout*.

1. Masuk ke software *Blocplan* yang dibantu dengan menggunakan aplikasi *DosBox*.

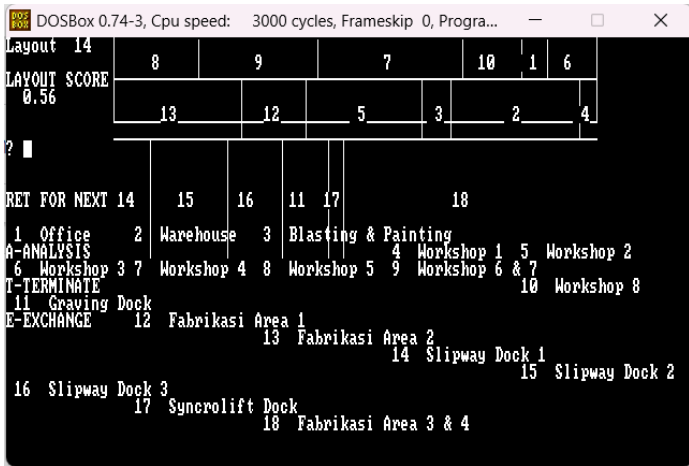
2. Menginput jumlah number of departemens, jumlah departemen yang dapat diinput ke software *Blocplan* maksimal hanya 18 departemen.
3. Setelah menginput jumlah departemen, selanjutnya mengisi luasan masing-masing departemen serta nama-nama departemennya. Tekan enter untuk melanjutkan.
4. Selanjutnya mengisi data ARC sesuai dengan ARC yang telah ditentukan. Tekan enter untuk melanjutkan proses penginputan data.
5. Setelah data ARC diinput maka berikut adalah score tiap-tiap departemen dari data ARC yang sudah diinput.
6. Berikut adalah main menu setelah semua data telah diinput kedalam software *Blocplan*. Pilih menu no 3 yaitu *Single Story Layout Menu*, lalu tekan enter untuk melanjutkan.
7. Lalu pilih no 4 yaitu *Automatic Search*. Tekan enter untuk melanjutkan.
8. Mengisi nilai 20 iterasi atau nilai maksimal pada *Blocplan* karena semakin banyak iterasi yang diinput maka semkain baik *layout* yang dihasilkan.
9. Setelah selesai penginputan semua data yang dimiliki, keluar hasil iterasi *layout* alternatif yang akan digunakan. Dari 20 iterasi *layout*, yang mempunyai nilai optimal dibandingkan iterasi lainnya adalah iterasi no 14.

Hasil dan gambaran *layout* dari algoritma *blocplan* yang dimana iterasi *layout* 14 merupakan iterasi yang terbaik dibandingkan dengan iterasi *layout* yang lainnya. Hasil ini ditunjukkan pada gambar 2.

| LAYOUT | ADJ. SCORE | REL-DIST | SCORES | PROD. MOVEMENT |
|--------|------------|----------|-----------|----------------|
| 1 | 0.50 -16 | 0.69 -19 | 88172 -19 | 0 - 1 |
| 2 | 0.55 - 2 | 0.83 - 3 | 77473 - 5 | 0 - 1 |
| 3 | 0.55 - 3 | 0.83 - 1 | 78716 -12 | 0 - 1 |
| 4 | 0.50 -16 | 0.74 -17 | 78495 -10 | 0 - 1 |
| 5 | 0.52 -11 | 0.76 -14 | 77990 - 7 | 0 - 1 |
| 6 | 0.54 - 6 | 0.80 - 8 | 79970 -14 | 0 - 1 |
| 7 | 0.50 -16 | 0.80 - 9 | 76833 - 3 | 0 - 1 |
| 8 | 0.54 - 8 | 0.81 - 6 | 78640 -11 | 0 - 1 |
| 9 | 0.48 -20 | 0.73 -18 | 79042 -13 | 0 - 1 |
| 10 | 0.54 - 6 | 0.81 - 7 | 79980 -15 | 0 - 1 |
| 11 | 0.52 -12 | 0.75 -15 | 80419 -17 | 0 - 1 |
| 12 | 0.51 -13 | 0.78 -12 | 78036 - 9 | 0 - 1 |
| 13 | 0.54 - 8 | 0.79 -10 | 80078 -16 | 0 - 1 |
| 14 | 0.56 - 1 | 0.82 - 4 | 76340 - 1 | 0 - 1 |
| 15 | 0.54 - 5 | 0.83 - 2 | 76425 - 2 | 0 - 1 |
| 16 | 0.50 -19 | 0.68 -20 | 90805 -20 | 0 - 1 |
| 17 | 0.51 -14 | 0.75 -16 | 84478 -18 | 0 - 1 |
| 18 | 0.51 -15 | 0.76 -13 | 78006 - 8 | 0 - 1 |
| 19 | 0.55 - 4 | 0.82 - 5 | 77306 - 4 | 0 - 1 |
| 20 | 0.53 -10 | 0.79 -11 | 77538 - 6 | 0 - 1 |

DO YOU WANT TO DELETE SAVED LAYOUT (Y/N) ? _

TIME PER LAYOUT 24.02

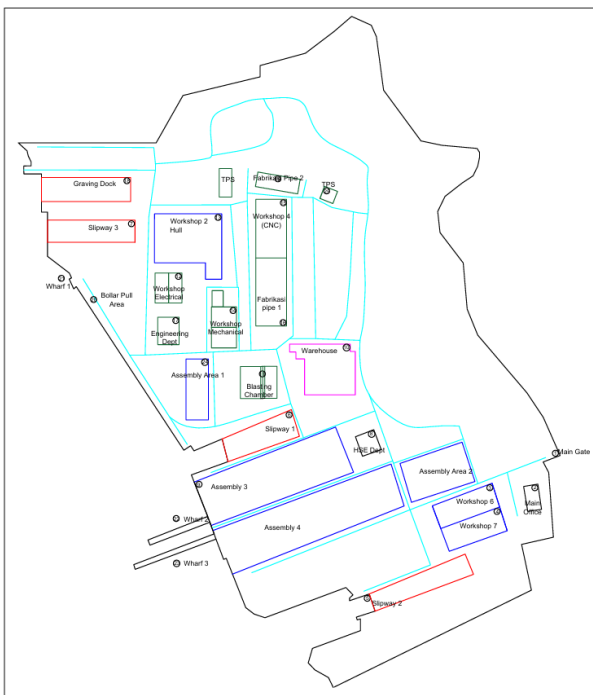


Gambar 2. Hasil *Alternative Layout*

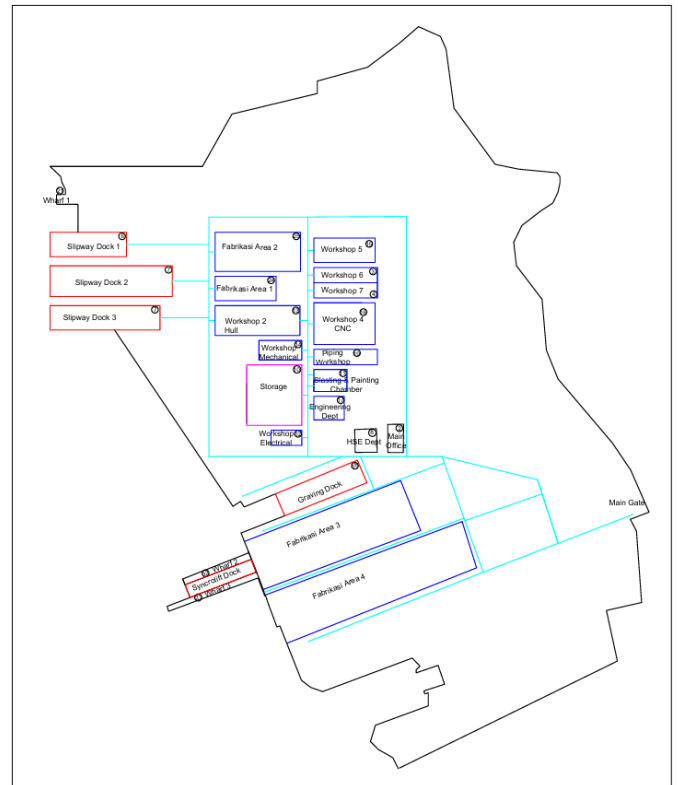
3.3. Desain *Existing Layout* dan *Alternative Layout*

Setelah memilih layout alternatif yang mempunyai nilai-nilai *Adjacency score*, *R-score*, dan *Product movement* yang optimal di *Blocplan*. Selanjutnya adalah mendesain ulang *Layout Alternatif* yang telah dibuat oleh *Blocplan* tersebut menggunakan aplikasi *AutoCad*.

Gambar 3. Adalah *existing layout* dari PT Batamec sebelum adanya perubahan. **Gambar 4** layout alternatif yang mengalami perubahan, seperti yang ditunjukkan pada hasil dari *Blocplan*. Perubahan ini karena tempat workstation berubah, yang memungkinkan *material handling facility* lebih dekat dengan *fabrikasi area* dan juga semua *dock* yang ada pada PT Batamec Shipyard, perubahan ini sesuai dengan kondisi mutlak berdekatan pada ARC yang telah ditentukan.



Gambar 3. *Existing Layout* PT Batamec Shipyard



Gambar 4. *Alternative Layout* PT Batamec Shipyard

3.4. Perhitungan dan Analisis *Layout Material Handling Bangunan Kapal Baru*

Proses dari *material handling* bangunan kapal baru yang ada pada galangan PT Batamec Shipyard, yaitu Storage – Blasting – Workshop CNC – Fabrikasi Area 1/2/3/4/Workshop 2/6/7 – Syncrolift/ Slipway Dock 1/2/3.

Alternative layout selanjutnya akan dihitung efektivitasnya berdasarkan waktu serta jarak dari *material handling*-nya. Dengan menggunakan metode *Rectilinear* untuk menentukan waktu serta jarak *material handling* antar *workstation* yang ada pada *alternative layout* dengan menggunakan koordinat setiap *workstation* yang ada pada *alternative layout*.

Tabel 2 Menunjukkan koordinat *workstation* pada *alternative layout*:

Tabel 2. Tabel Koordinat *Alternative Layout*

| Titik | Nama Station | Kordinat | |
|-------|----------------------------------|----------|--------|
| | | x | y |
| 1 | Storage/Warehouse | 465.96 | 655.09 |
| 2 | Workshop 4 (CNC) | 580.95 | 772.05 |
| 3 | Blasting | 557.95 | 679.05 |
| 4 | Workshop 5 (Fabrication Pipe) | 580.95 | 892.05 |
| 5 | Workshop 1 (Electical) | 485.96 | 585.1 |
| 6 | Workshop 2 (Hull) | 438.52 | 777.09 |

| | | | |
|----|-------------------------|--------|---------------|
| 7 | Workshop 3 (Mechanical) | 475.68 | 728.71 |
| 8 | Workshop 6 | 582.95 | 851.55 |
| 9 | Workshop 7 | 582.95 | 826.55 |
| 10 | Graving Dock | 541.88 | 502.5 |
| 11 | Fabrication Area 1 | 419.02 | 829.59 |
| 12 | Fabrication Area 2 | 439.02 | 889.59 |
| 13 | Fabrication Area 3 | 558.31 | 424.24 |
| 14 | Fabrication Area 4 | 634.02 | 350 |
| 15 | Slipway 3 | 189.07 | 781.63 |
| 16 | Slipway 1 | 161.57 | 901.63 |
| 17 | Slipway 2 | 199.07 | 841.63 |
| 18 | Syncrolift | 378.22 | 355.1 |

Perhitungan akan menghasilkan waktu yang diperlukan untuk mengangkut material. Dengan membagi perhitungan jarak dengan kecepatan forklift yang ada di PT Batamec Shipyard yaitu dengan rata-rata kecepatan forklift 2 km/jam. Hasil perhitungan jarak dan waktu pengangkutan dari *material handling* adalah sebagai berikut:

- Jalur *Material Handling* Bangunan Kapal Baru

Tabel 3. Perhitungan Jarak *Material Handling* Bangunan Kapal Baru *Existing Layout*

| No | Aliran Material | | Rectilinear | Titik 4 | (Titik 3-4) | Total (meter) Rectilinear |
|----|-----------------|----------|-------------|---------|-------------|---------------------------|
| | Titik 1-2 | Titik 3 | | | | |
| 1 | | | | FA 1 | 131.51 | 971.03 |
| 2 | | | | FA 2 | 475.91 | 1348.42 |
| 3 | | | | W 6 | 592.24 | 1454.62 |
| 4 | | | | W 7 | 648.92 | 1483.92 |
| 5 | Storage - CNC | Blasting | 640.4 | W 2 | 396.04 | 1219.17 |
| 6 | | | | FA 3 | 203.48 | 954.11 |
| 7 | | | | FA 4 | 341.48 | 1230.11 |

Tabel 4. Perhitungan Jarak *Material Handling* Bangunan Kapal Baru *Alternative Layout*

| No | Aliran Material | | Rectilinear | Titik 4 | (Titik 3-4) | Total (meter) Rectilinear |
|----|-----------------|----------|-------------|---------|-------------|---------------------------|
| | Titik 1-2 | Titik 3 | | | | |
| 1 | | | | FA 1 | -11.61 | 451.78 |
| 2 | | | | FA 2 | - | 133.92 |
| 3 | | | | W 6 | 329.47 | 315.89 |
| 4 | | | | W 7 | -122.5 | 340.89 |
| 5 | Storage - CNC | Blasting | 463.39 | W 2 | 217.47 | 680.86 |
| 6 | | | | FA 3 | 255.17 | 718.56 |
| 7 | | | | FA 4 | 405.12 | 868.51 |

Table 3 & 4 menunjukkan hasil perhitungan jarak dan dari *material handling* bangunan kapal baru pada *alternative layout* yang menggunakan persamaan *Rectilinear*.

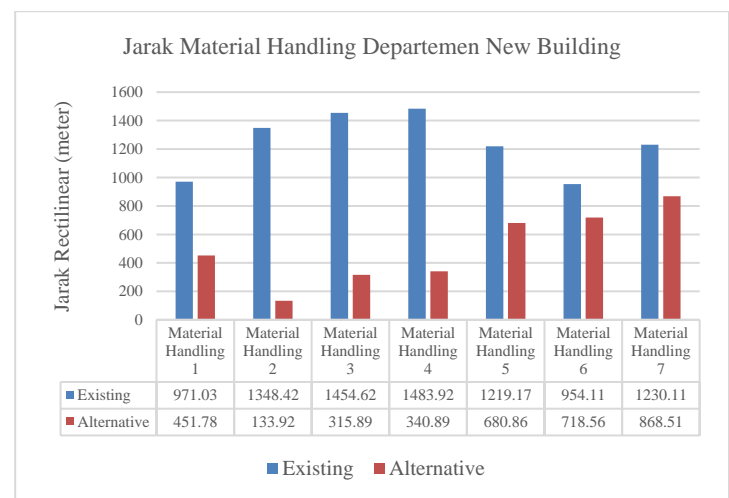
Tabel 5. Perhitungan Waktu *Material Handling* Bangunan Kapal Baru *Existing Layout*

| No | Aliran Material | | | Satuan Waktu | Total (menit) Rectilinear |
|----|-----------------|--------------------|------------|----------------|---------------------------|
| | Titik 1-2 | Titik 3 | Titik 4 | | |
| 1 | | Fabrication Area 1 | Slipway 1 | | 13 |
| 2 | | Fabrication Area 2 | Slipway 2 | | 4 |
| 3 | | Workshop 6 | | 2 | 9 |
| 4 | Storage-CNC | Workshop 7 | | km/jam = 0,566 | 10 |
| 5 | | Workshop 2 | Slipway 3 | m/s | 20 |
| 6 | | Fabrication Area 3 | Syncrolift | | 21 |
| 7 | | Fabrication Area 4 | | | 25 |

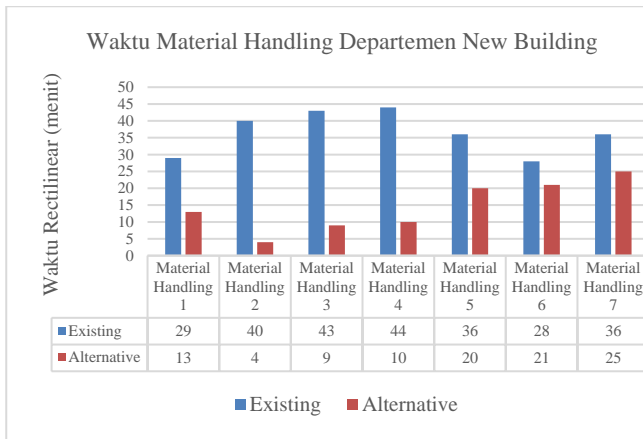
Tabel 6. Perhitungan Waktu *Material Handling* Bangunan Kapal Baru *Alternative Layout*

| No | Aliran Material | | | Satuan Waktu | Total (menit) Rectilinear |
|----|-----------------|--------------------|------------|----------------|---------------------------|
| | Titik 1-2 | Titik 3 | Titik 4 | | |
| 1 | | Fabrication Area 1 | Slipway 1 | | 29 |
| 2 | | Fabrication Area 2 | | 2 | 40 |
| 3 | | Workshop 6 | Slipway 2 | km/jam = 0,566 | 43 |
| 4 | Storage-CNC | Workshop 7 | | m/s | 44 |
| 5 | | Workshop 2 | Slipway 3 | | 36 |
| 6 | | Fabrication Area 3 | Syncrolift | | 28 |
| 7 | | Fabrication Area 4 | | | 36 |

Table 5 & 6 menunjukkan hasil perhitungan waktu dari *material handling* bangunan kapal baru pada *alternative layout* yang menggunakan persamaan *Rectilinear*.

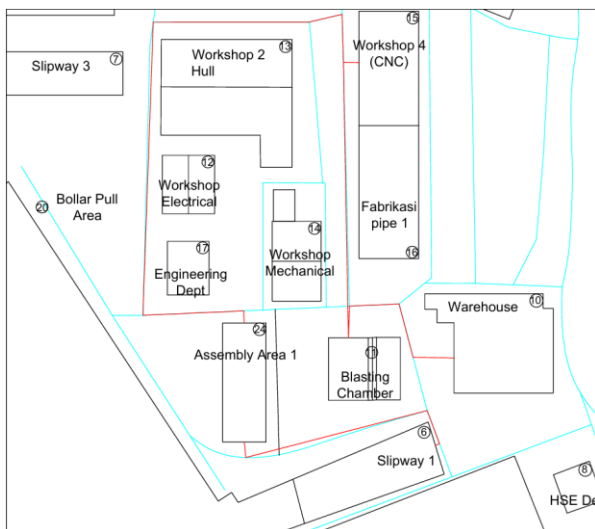


Gambar 5. Total Jarak *Rectilinear Material Handling* New Building

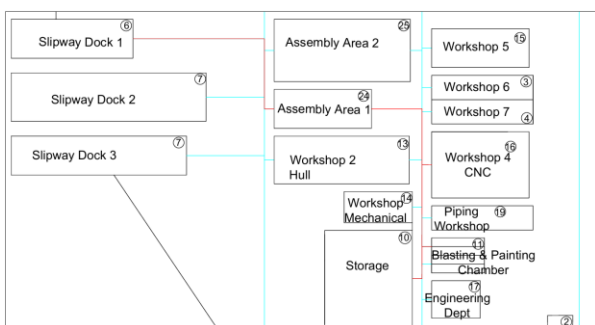


Gambar 6. Total Waktu *Rectilinear Material Handling* New Building

Gambar 7 adalah *material flow existing layout* bangunan kapal baru dan gambar 8 adalah *material flow alternative layout* bangunan kapal baru. Sehingga proses produksi bangunan kapal baru dari *Material Handling Facility – Assembly Area 1 – Slipway Dock 1* yang awal mula memiliki jarak 971,03 m menjadi 451,78 m atau berubah sebesar 41,4%. Perubahan waktu yang dari 29 menit menjadi 13 menit.

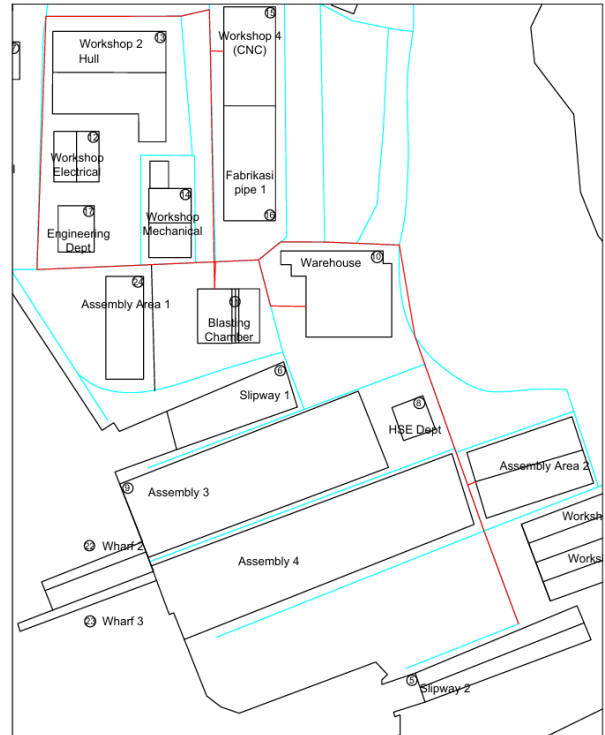


Gambar 7. *Material Flow Existing Layout*

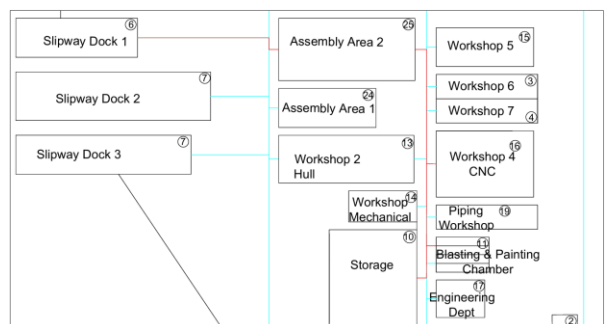


Gambar 8. *Material Flow Alternative Layout*

Gambar 9 adalah *material flow existing layout* bangunan kapal baru dan gambar 10 adalah *material flow alternative layout* bangunan kapal baru. Sehingga proses produksi bangunan kapal dari *Material Handling Facility – Assembly Area 2 – Slipway Dock 2* yang memiliki jarak sebesar 1348,42 m menjadi 133,92 m atau berubah sebesar 88,3%. Perubahan waktu dari 40 menit menjadi 4 menit

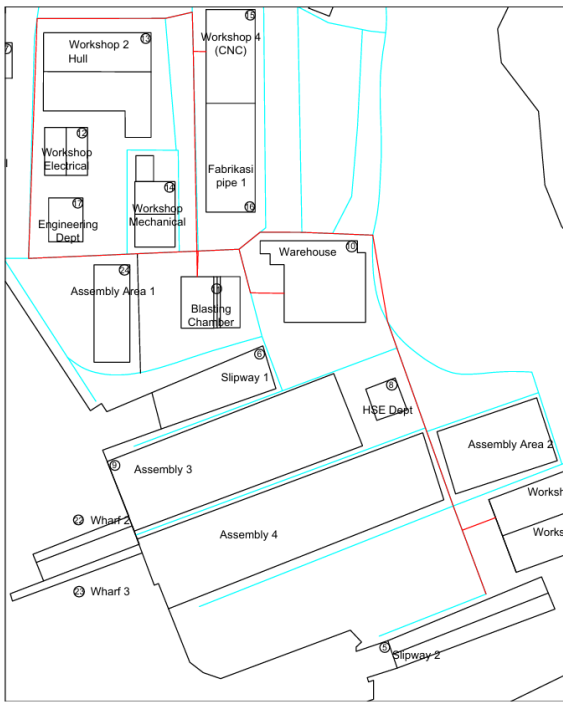


Gambar 9. *Material Flow Existing Layout*

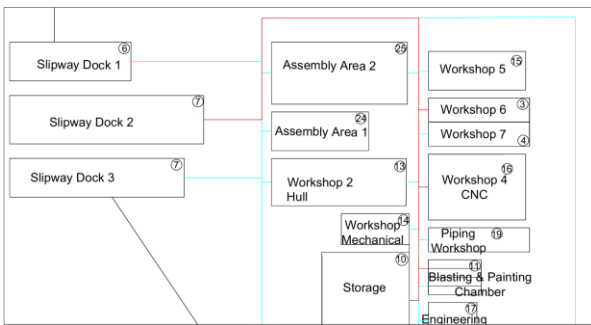


Gambar 10. *Material Flow Alternative Layout*

Gambar 11 adalah *material flow existing layout* bangunan kapal baru dan gambar 12 adalah *material flow alternative layout* bangunan kapal baru. Sehingga proses produksi bangunan kapal baru dari *Material Handling Facility – Workshop 6 – Slipway Dock 2* yang memiliki jarak sebesar 1454,62 m menjadi 315,89 m atau berubah sebesar 74,3%. Perubahan waktu dari 43 menit menjadi 6 menit.

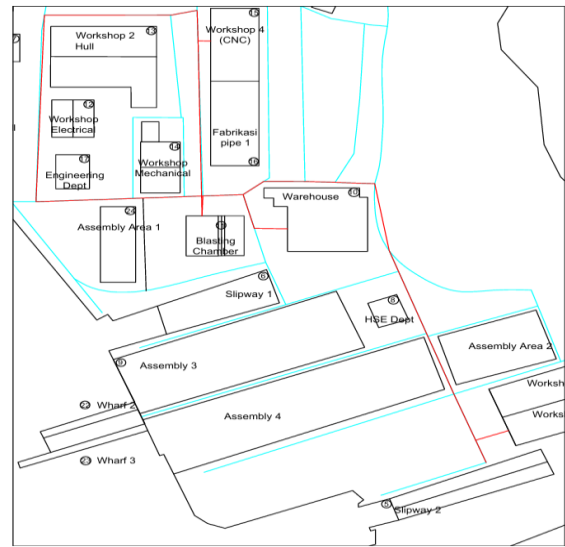


Gambar 11. Material Flow Existing Layout

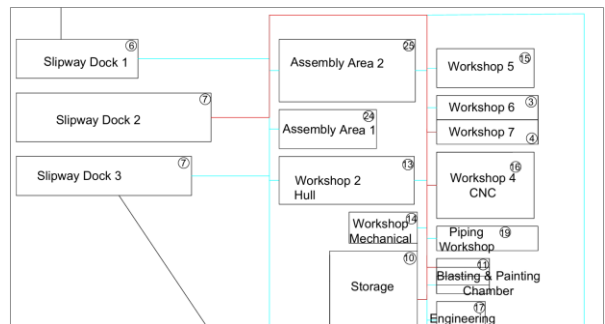


Gambar 12. Material Flow Alternative Layout

Gambar 13 adalah *material flow existing layout* bangunan kapal baru dan **gambar 14** adalah *material flow alternative layout* bangunan kapal baru. Sehingga jarak *Rectilinear Material Handling Facility – Workshop 7 – Slipway Dock 2* yang memiliki jarak sebesar **1483,92 m** menjadi **340,89 m** atau berubah sebesar **73,5%**. Perubahan waktu dari **44 menit** menjadi **10 menit**.

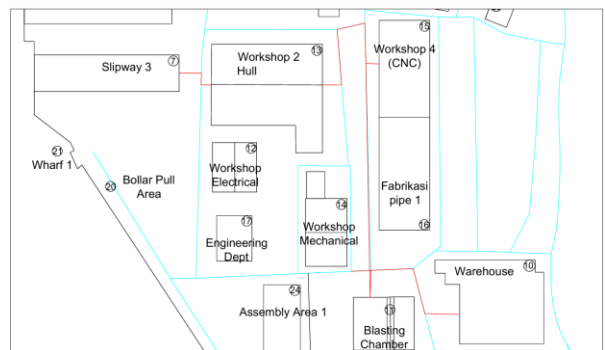


Gambar 13. Material Flow Existing Layout

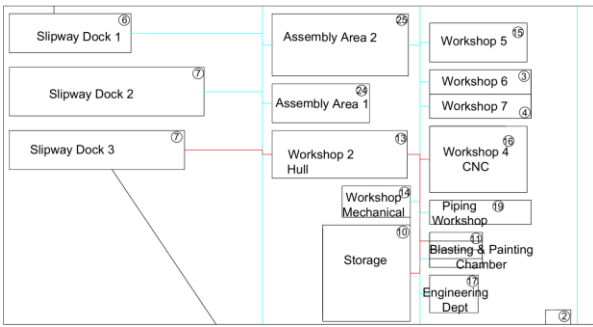


Gambar 14. Material Flow Alternative Layout

Gambar 15 adalah *material flow existing layout* bangunan kapal baru dan **gambar 16** adalah *material flow alternative layout* bangunan kapal baru. Sehingga jarak *Rectilinear Material Handling Facility – Workshop 2 – Slipway Dock 3* yang awalnya memiliki jarak sebesar **1219,17 m** menjadi **680,86 m** atau berubah sebesar **34,3%**. Perubahan waktu dari **36 menit** menjadi **20 menit**.

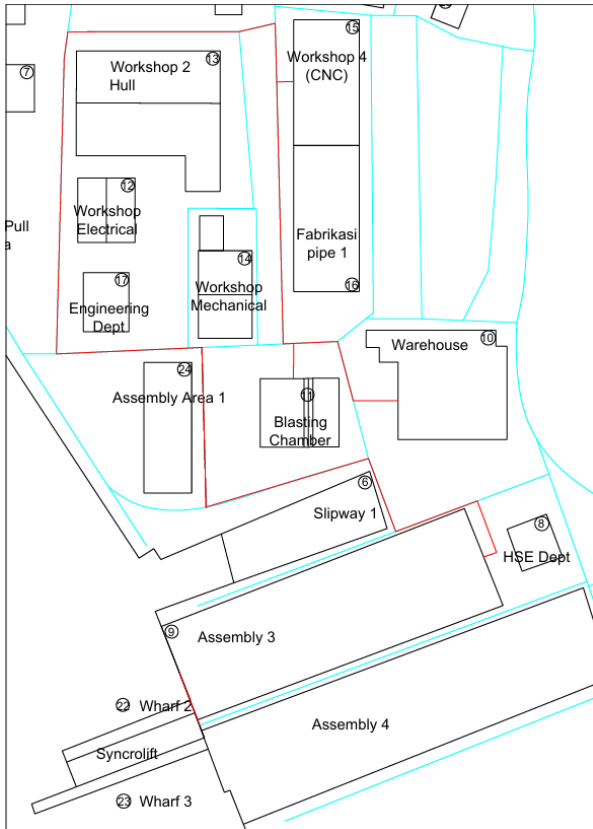


Gambar 15. Material Flow Existing Layout

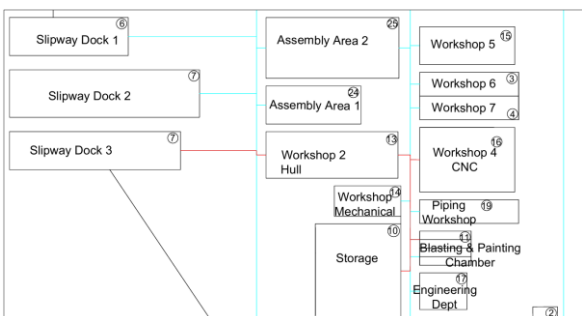


Gambar 16. Material Flow Alternative Layout

Gambar 17 adalah material flow existing layout bangunan kapal baru dan gambar 18 adalah material flow alternative layout bangunan kapal baru. Sehingga jarak Rectilinear Material Handling Facility – Assembly Area 4 – Syncrolift yang memiliki jarak sebesar 954,11 m menjadi 718,56 m atau berubah sebesar 14,8%. Perubahan waktu dari 28 menit menjadi 21 menit

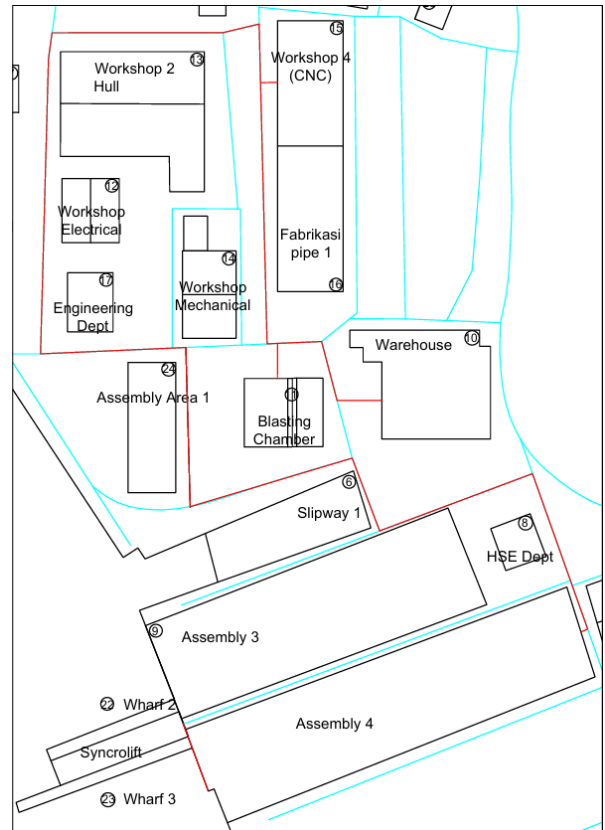


Gambar 17. Material Flow Existing Layout

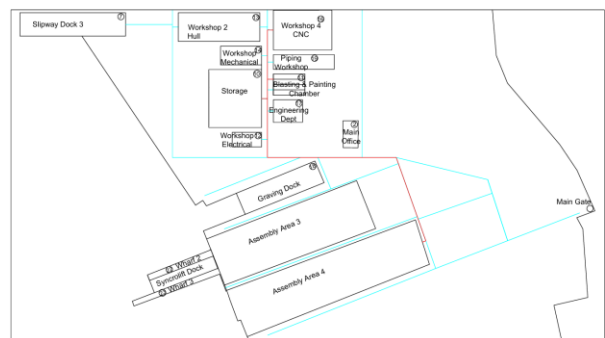


Gambar 18. Material Flow Alternative Layout

Gambar 19 adalah material flow existing layout bangunan kapal baru dan gambar 20 adalah material flow alternative layout bangunan kapal baru. Sehingga jarak Rectilinear Material Handling Facility – Assembly Area 4 – Syncrolift yang memiliki jarak sebesar 1230,11 m menjadi 868,51 m atau berubah sebesar 11,5%. Perubahan waktu dari 36 menit menjadi 24 menit.



Gambar 19. Material Flow Existing Layout



Gambar 20. Material Flow Alternative Layout

3.5. Perhitungan dan Analisis Layout Material Handling Reparasi Kapal

Proses dari material handling reparasi kapal yang ada pada galangan PT Batamec Shipyard, yaitu Storage – Workshop CNC – Syncrolift/Graving Dock

- Jalur *Material Handling* Reparasi Kapal

Tabel 7. Perhitungan Jarak *Material Handling* Reparasi Kapal *Existing Layout*

| No | Aliran Material | | Rect | Titik 3 | Rectilinear (Titik 2-3) | Total (meter) Rectilinear |
|----|-----------------|---------|--------|--------------|-------------------------|---------------------------|
| | Titik 1 | Titik 2 | | | | |
| 1 | | | | Syncrolift | 454.91 | 802.3 |
| 2 | Storage | CNC | 347.39 | Graving dock | 406.52 | 753.91 |

Tabel 8. Perhitungan Jarak *Material Handling* Reparasi Kapal *Alternative Layout*

| No | Aliran Material | | Rect | Titik 3 | Rect (Titik 2-3) | Total (meter) Rectilinear |
|----|-----------------|--------------|--------|--------------|------------------|---------------------------|
| | Titik 1 | Titik 2 | | | | |
| 1 | | | | Syncrolift | 214.22 | 561.61 |
| 2 | Storage | Workshop CNC | 347.39 | Graving dock | -230.48 | 116.91 |

Table 7 & 8 menunjukkan hasil perhitungan waktu dari *material handling* reparasi kapal pada *alternative layout* yang menggunakan persamaan *Rectilinear*.

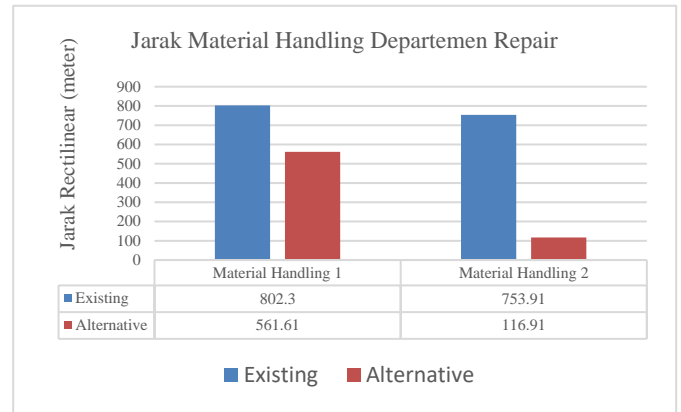
Tabel 9. Perhitungan Waktu *Material Handling* Reparasi Kapal *Existing Layout*

| No | Aliran Material | | | Satuan Waktu | Total (menit) Rectilinear |
|----|-----------------|---------|--------------|-------------------|---------------------------|
| | Titik 1 | Titik 2 | Titik 3 | | |
| 1 | | | Syncrolift | 2 | 23 |
| 2 | Open Storage | CNC | Graving dock | = 0,566 m/s | 22 |

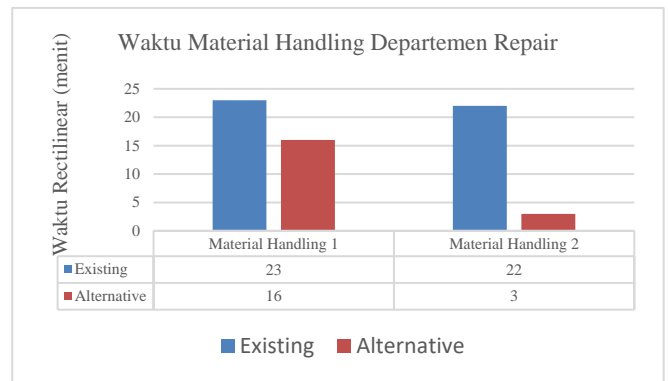
Tabel 10. Perhitungan Waktu *Material Handling* Reparasi Kapal *Alternative Layout*

| No | Aliran Material | | | Satuan Waktu | Total (menit) Rectilinear |
|----|------------------|----------|--------------|-------------------|---------------------------|
| | Titik 1 | Titik 2 | Titik 3 | | |
| 1 | Open | Workshop | Syncrolift | 2 | 16 |
| 2 | Storage Material | CNC | Graving dock | = 0,566 m/s | 3 |

Table 9 & 10 menunjukkan hasil perhitungan waktu dari *material handling* reparasi kapal pada *alternative layout* yang menggunakan persamaan *Rectilinear*.

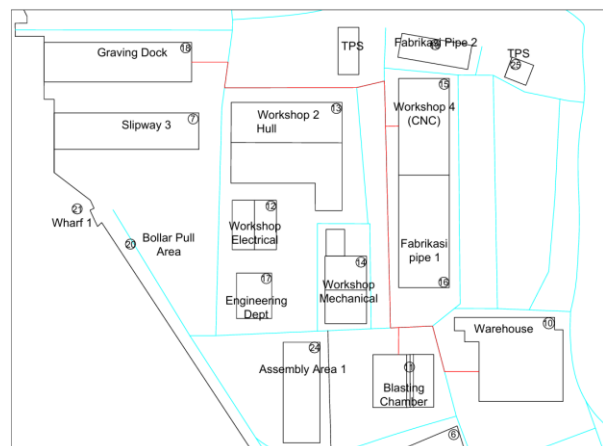


Gambar 21. Total Jarak *Rectilinear Material Handling Repair*

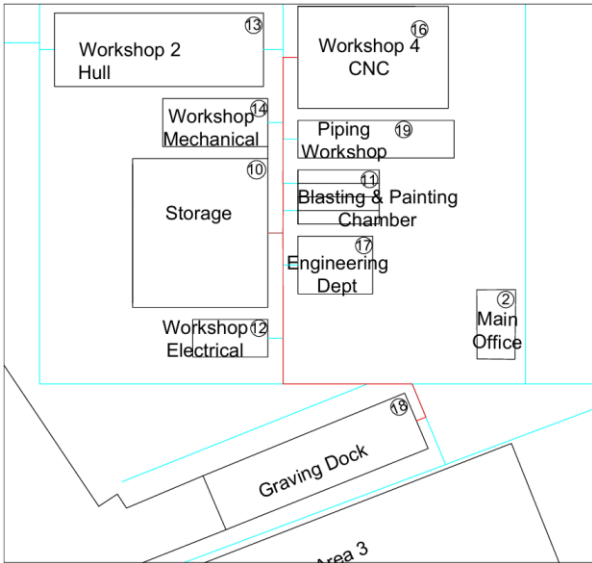


Gambar 22. Total Waktu *Rectilinear Material Handling Repair*

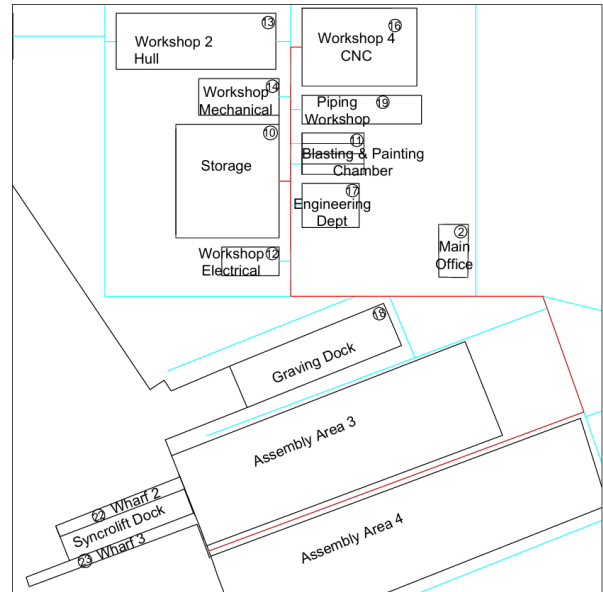
Gambar 23 adalah *material flow existing layout* reparasi kapal dan **gambar 24** adalah *material flow alternative layout* reparasi kapal. Sehingga jarak *Rectilinear material handling* pada *alternative layout* reparasi kapal juga mengalami perubahan nilai jarak dari *existing layout*. *Material Handling Facility – Syncrolift* yang memiliki jarak **802,3 m** berubah menjadi **561,61 m** atau berubah sebesar **30%**. Perubahan waktu yang awalnya **22 menit** menjadi **16 menit**.



Gambar 23. Material Flow Existing Layout

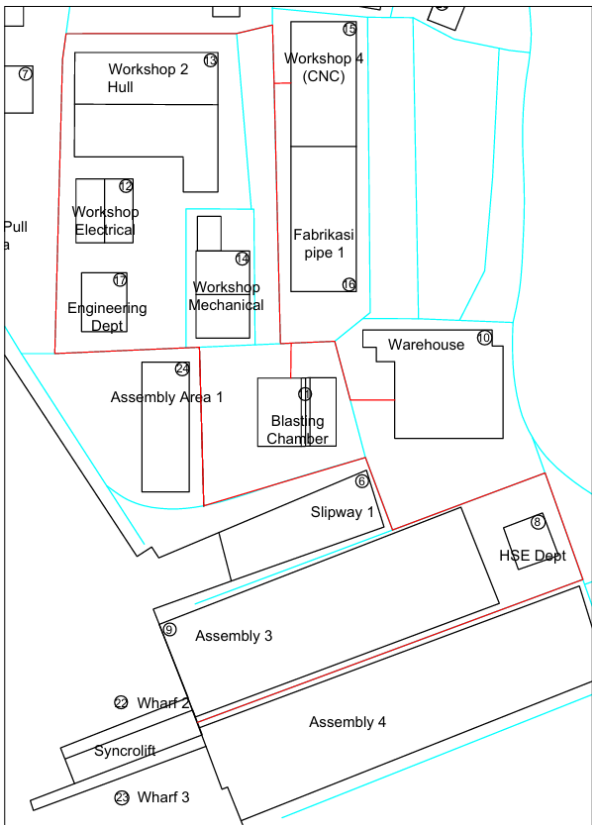


Gambar 24. Material Flow Alternative Layout



Gambar 26. Material Flow Alternative

Gambar 25 material flow existing layout reparasi kapal dan **gambar 26** adalah material flow alternative layout reparasi kapal. Sehingga jarak Rectilinear material handling pada alternative layout reparasi kapal juga mengalami perubahan nilai jarak dari existing layout. Material Handling Facility – Graving Dock yang memiliki jarak **753,91 m** berubah menjadi **116,91 m** atau berubah sebesar **84,4%**. Perubahan waktu yang memiliki waktu **22 menit** berubah menjadi **3 menit**.



Gambar 25. Material Flow Existing Layout

3.6. Pembahasan

Jarak Rectilinear material handling pada alternative layout departemen bangunan kapal baru mengalami perubahan nilai jarak dari existing layout. Total jarak material handling facility – Assembly Area 1-4; Workshop 2;6;7 – Slipway 1-3 memiliki jarak awal 8661,38 meter menjadi berkurang sebanyak 3510,41 meter atau 59,4% dan jarak departemen reparasi juga mengalami perubahan nilai jarak. Total jarak material handling facility – CNC – Graving Dock; Syncrolift memiliki jarak awal 1556,21 meter menjadi berkurang sebanyak 678,52 meter atau 56,3%

Waktu reactilinear material handling departemen bangunan kapal baru pada alternative layout mengalami perubahan dari total waktu 256 menit menjadi 102 menit dan waktu material handling departemen reparasi pada alternative layout juga mengalami perubahan dari total waktu 46 menit menjadi 19 menit. Keseluruhan total jarak rectilinear material handling yang memiliki jarak awal 10217,59 meter menjadi 4188,93 atau berubah sebesar 59% dan keseluruhan total waktu rectilinear juga mengalami perubahan yang awalnya 301 menit menjadi 121 menit.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yang dimana penelitian menggunakan metode Blocplan yaitu, permasalahan jarak tempuh pada material handling, penelitian ini adalah usulan perbaikan tata letak gudang bahan baku pada PT Chitose Mfg menggunakan metode Activity Relationship Chart serta menggunakan Algoritma BLOCPPLAN dapat mengurangi yang dimana jarak sebelum diperbaiki adalah 516,8 meter, setelah adanya

perbaikan menjadi 494 meter [21]. Perancangan ulang tata letak menggunakan metode Activity Relationship Chart dan Algoritma BLOCPLAN juga dilakukan pada UD Sofi Garmen guna meminimasi biaya material handling. Jarak Rectilinear pada Layout awal adalah 43.187,5 meter setelah adanya perancangan ulang tata letak berubah menjadi 30.920 meter [22]. Penelitian menggunakan Algoritma BLOCPLAN dalam penerapan mendesain terminal regasifikasi gas alam cair (LNG). Pada penelitian ini dihasilkan sebanyak 15 tata letak dengan algoritma tersebut, dari hasil pemeringkatan tata letak nomor 14 merupakan rekomendasi terbaik dengan total skor 0,14987. Nilai bobot masing-masing skor adalah 0,1 untuk Adj.Score, 0,3 untuk R.Score, dan 0,6 untuk Rel-Dist Score [23]. Penelitian perancangan tata letak workshop service station liferaft juga menggunakan metode Activity Relationship Chart dan menggunakan metode BLOCPLAN guna optimalkan jarak antar departemen. Hasil dari penelitian ini usulan layout yang telah diolah dengan aplikasi BPLN90 sehingga dapat memaksimalkan ruangan dengan luas total bangunan sebesar 460 m², terisi dari 9 departemen dengan total luas sebesar 325,1 m² [24]. Adapun permasalahan jarak dan waktu material handling menggunakan metode Blocplan, terdapat penelitian dengan hasil perubahan dari total jarak Rectilinear Material Handling Facility – Bonded Area sebesar 167,4% m menjadi 125,5 m atau berubah sebesar 25,03% serta perubahan jarak Rectilinear Material Handling Facility – Workshop 2 sebesar 228 m menjadi 124,8 m atau berubah sebesar 45,26%. Perubahan waktu Material Handling pada alternative layout juga mengalami perubahan. Material Handling dari Material Handling Facility sampai Bonded Area selama 5 menit untuk jarak Rectilinear menjadi 4 menit atau berubah sebesar 20%, dan untuk waktu Material Handling dari Material Handling Facility sampai Workshop 2 selama 7 menit untuk jarak Rectilinear menjadi 4 menit atau berubah sebesar 42,85%. [25].

Adapun dengan permasalahan akses jalan akibat perubahan dari layout, alternative layout harus memiliki lebar jalan yang bisa mudah dilalui oleh kendaraan material handling yang dimiliki oleh PT Batamec Shipyard, kendaraan material handling seperti forklift, crawler crane, dan truck semitrailer. PT Batamec Shipyard ini memiliki forklift dengan radius putar 2,89 m dan lebar unit 2,24 m, crawler crane dengan beban maksimal 30 ton dan lebar unit 2,4 m, truck semitrailer dengan bobot mati 48 ton dan lebar unit 5,5 m.

Berdasarkan pada alternative layout ukuran lebar jalan material handling dengan kendaraan

forklift lebar jalan minimal sebesar 8 m dan pada crawler crane maupun truck semitrailer lebar jalan minimal sebesar 10 m. Ini dilakukan untuk menyesuaikan ruang gerak dari kendaraan material handling. Lebar jalan ini telah memenuhi ketentuan yang berlaku saat ini, khususnya Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2020 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pesawat Angkat dan Pesawat Angkut Pasal 54, yang menyatakan bahwa Lintasan operasi keran angkat yang bermuatan harus diberi ruang bebas dengan lebar paling sedikit 90 cm (sembilan puluh sentimeter) di kiri dan kanan sepanjang lintasannya. Sehingga alternative layout sudah memenuhi persyaratan dan peraturan yang ada.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil dari perhitungan efektifitas re-layout galangan kapal PT Batamec Shipyard, dapat disimpulkan bahwa *alternative layout* jauh lebih efisien dan efektif jika dibandingkan dengan *existing layout*, dikarenakan *alternative layout* memiliki jarak dan waktu material handling tersingkat. Hal tersebut dibuktikan berubahnya jarak *material handling* untuk departemen bangunan kapal baru yang memiliki jarak awal 8661,38 meter menjadi berkurang sebanyak 3510,41 meter atau 59,4% dan jarak departemen reparasi juga mengalami perubahan nilai jarak yang memiliki jarak awal 1556,21 meter menjadi berkurang sebanyak 678,52 meter atau 56,3%

Waktu *reactilinear material handling* departemen bangunan kapal baru pada *alternative layout* mengalami perubahan dari total waktu 256 menit menjadi 102 menit dan waktu material handling departemen reparasi pada *alternative layout* juga mengalami perubahan dari total waktu 46 menit menjadi 19 menit.

Mendekatkan fasilitas antar departemen seperti, *Storage, Blasting Painting Chamber, CNC* ke semua bagian *Assembly Area* dan mendekatkan semua fasilitas *Dock* seperti *Slipway Dock 1/2/3, Graving Dock, Syncrolift Dock* agar bisa mengurangi jarak serta waktu *material handling* pada galangan PT Batamec Shipyard.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Zhang dan L. Tang, *Ship Management: Theory and Practice*. 2021.
- [2] K. Kroemer, *Ergonomic Design of Material Handling Systems*. 2017.

- [3] M. A. Daya, F. D. Sitania, dan A. Profita, “Perancangan Ulang (*re-layout*) tata letak fasilitas produksi dengan metode *blocplan* (studi kasus: ukm roti rizki, Bontang),” *PERFORMA Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 17, no. 2, Jul 2019.
- [4] James A. Tompkins, John A. White, Yavuz A. Bozer, dan J. M. A. Tanchoco, “*Facilities Planning*,” 2010.
- [5] O. R. Oceandy, W. Amiruddin, and A. F. Zakki, “Analisis Efektifitas Material Handling *Re-Layout Galangan Kapal PT. Yasa Wahana Tirta Samudera dengan Metode Systematic Layout Planning*,” *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 11, no. 4, 2023.
- [6] Y. Morena dkk., “Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik Pembuatan Batu Bata (Studi Kasus: Kulim, Pekanbaru),” 2011.
- [7] J. Hasil, K. Ilmiah, B. Saputra, P. Mulyatno, dan W. Amiruddin, “Studi Perancangan Galangan Kapal untuk Pembangunan Kapal Baru dan Perbaikan di Area Pelabuhan Pekalongan,” *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, no. 2, hlm. 353, 2017.
- [8] C. P. H. H. M. B. and R. C. M. R. Storch, “*Ship Production*,” Cornell Maritime Press, 1995.
- [9] D. J. Eyres dan G. J. Bruce, “*Shipyards Construction*,” dalam *Ship Construction (Seventh Edition)*, 2012.
- [10] Supriyono, *Sistem Pengendalian Manajemen*. 2000.
- [11] T. Rochman, R. Dwi, A. Dan, dan R. Patriansyah, “Peningkatan Produktivitas Kerja Operator melalui Perbaikan Alat Material Handling dengan Pendekatan Ergonomi,” 2010.
- [12] F. E. Meyers dan M. P. Stephens, “*Manufacturing Facilities Design and Material Handling*,” 2020.
- [13] D. Blocplan, A. Dwi Budianto, dan A. Sidhi Cahyana, “*Re-layout Tata Letak Fasilitas Produksi Imitasi PVC dengan Menggunakan Metode Systematic Layout Planning*,” vol. IV, no. 2, 2021.
- [14] M. Sharma dan A. Mor, “*Method to Generate Activity Relationship Chart in Facility Layout Problems*,” *International Journal of Scientific Progress and Research (IJSPR)*, no. 13, 2015.
- [15] K. M. Azhar, “*Shopfloor Layout Design Using BLOCPLAN Algorithm to Reduce Waste Transportation Activity on Biofertilizer Product PT. Centra Biotech Indonesia Klaten Jawa Tengah*,” 2021.
- [16] R. Muther dan L. Hales, “*Systematic Layout Planning Fourth Edition*,” 1955.
- [17] F. Rahman Rahim, *Perancangan Tata Letak Fasilitas*, 2001.
- [18] A. D. Alamsyah dan D. Suhartini, “*Usulan Rancangan Tata Letak Fasilitas Proses Replating Kapal dengan Menggunakan Metode ARC dan ARD (Studi Kasus di Sbu Galangan Pelni Surya)*,” 2010.
- [19] I. Adiasa dan N. Hudaningsih, “*Perancangan Tata Letak Fasilitas Gudang pada Proyek Pembangunan Jetty PLTMGU Lombok Peaker Menggunakan Metode Systematic Layout Planning (SLP) dengan Algoritma BLOCPLAN*,” 2023.
- [20] R. Karmila Dewi, M. Choiri, dan A. Eunike, “*Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode BLOCPLAN dan Analytic Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus: Koperasi Unit Desa Batu) Integrated of BLOCPLAN and Analytic Hierarchy*,” 2023.

Process (AHP) for Facility Layout Planning (A Case Study In Koperasi Unit Desa Batu).” 2021.

- [21] A. Bastari Luftimas, “*Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode Blocplan (DI PT. CHITOSE MFG) 1,*” *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Juli, 2014.*
- [22] U. K. Kholifah dan Suhartini, “*Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Metode Systematic Layout Planning dan BLOCPLAN untuk Meminimasi Biaya Material Handling pada UD. Sofi Garmen,*” *Journal of Research and Technology, vol. 7, 2021.*
- [23] Z. Ulfauzi, K. B. Artana, dan D. W. Handani, “*Application of BLOCPLAN algorithm as liquified natural gas (LNG) regasification terminal design method,*” dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing Ltd, Sep 2020.*
- [24] D. Pratama dan A. Cahyana, “*Layout Design Of Liferaft Service Station Workshop With Arc Method And Blocplan Method: Perancangan Tata Letak Workshop Service Station Liferaft Dengan Metode ARC dan Metode BLOCPLAN,*” 2023.
- [25] A. I. Dewangga, S. Jokosisworo, dan A. W. Budi Santosa, “*Analisis Efektifitas Material Handling Re-Layout Galangan Kapal Di PT Samudra Marine Indonesia I Departemen New Building dengan Metode BLOCPLAN,*” *Jurnal Teknik Perkapalan, vol. XX, 2024.*