Analisis Teknis dan Ekonomis Perbandingan Fabrikasi – *Assembly* Metode CNC dengan Metode Manual terhadap Efisiensi Pembangunan Hull Kapal Tunda TB. 28m x 8.6m x 4.3m di PT. Kukar Mandiri Shipyard

Tri Wibowo[1], Minto Basuki[2]
Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: wibowotri135@gmail.com[1], mintobasuki@itats.ac.id[2]

ABSTRACT

At PT KMS, a relay of constructing a new type of tugboat is currently underway. This necessitates production efficiency through various fabrication methods or techniques aimed at achieving maximum and more economical results. Therefore, this research aims to analyze manual and CNC fabrication waste using lean manufacturing methods and to assess the investment value of CNC machines for PT KMS. Data for this study were obtained from literature reviews and field studies. The data collection methods comprised interviews, consumable load calculations, and production schedule comparisons. Efficiency and productivity were analyzed based on the comparison of fabrication-to-assembly speeds using the lean manufacturing method of Value Stream Mapping (VSM), which separates tasks into those containing added value and non-added value, thus identifying waste using the 5 why methods. The conclusion drawn was that CNC fabrication is 0.76% more efficient than manual fabrication. The feasibility of the investment value is planned by selling the cut pieces of TB (tugboat) sized 28mx8.6mx4.3m fabricated by CNC machines using the benefit-cost ratio method, considering profits every 5 years with a discount rate of 9% and a 24% profit, eventually leading to the Break Even Point (BEP) investment occurring at 50% of the cuts.

Keywords: *Fabrication, CNC, assembly, Investment*

ABSTRAK

Pada PT KMS sedang melakukan estafet pembangunan kapal bangunan baru berjenis kapal tugboat. Untuk itu dibutuhkan efisiensi produksi dengan berbagai macam cara fabrikasi atau metode dengan tujuan untuk hasil yang lebih maksimal dan lebih ekonomis. Maka dilakukan penelitan ini bertujuan untuk menganalisa *waste* fabrikasi manual dan CNC menggunakan metode *lean manufacturing* dan menganalisa nilai investasi mesin CNC bagi PT KMS. Data yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari studi litelatur dan studi lapangan. Metode pengumpulan terdiri dari wawancara, perhitungan beban *consumable* dan perbandingan jadwal produksi. Menganalisa efisiensi dan produktifitas dilihat dari perbandingan kecepatan fabrikasi – *assembly* menggunakan metode *lean manufacturing* VSM (*Value Stream Mapping*) dengan memisahkan pekerjaan yang mengandung *added value* dan *non added value*, sehingga didapatkan *waste* dengan menggunakan *5 why methods*. Mendapat kesimpulan bahwa fabrikasi CNC lebih efisien 0.76 % dari fabrikasi manual. Kelayakan nilai investasi direncanakan dengan cara menjual hasil potongan TB. 28mx8,6mx4.3m yang difabrikasi mesin CNC menggunakan metode *benefit cost ratio* yang diambil keuntungan setiap 5 tahun dengan nilai diskon 9% dan keuntungan 24% yang akhirnya BEP Investasi terjadi pada 50% pemotongan.

Kata kunci: Fabrikasi, CNC, *assembly*, Investasi

PENDAHULUAN

Pada era berkembangnya pertambangan di Indonesia transportasi untuk mengangkut hasil tambang tidak kalah diperhartikan. Industri maritim merupakan link utama dalam perdagangan internasional karena kapal merepresentasikan sarana angkutan yang paling efisien, dan sering kali menjadi satu-satunya metode transportasi dalam volume dan produk jadi dalam skala besar. [1]**.**

Salah satu kapal sebagai transportasi hasil tambang adalah kapal Tugboat dan kapal Tongkang. Industri galangan ikut berperan penting dalam majunya sektor pertambangan, salah satu upayanya adalah pembangunan tranportasi atau kapal tugboat dan tongkang untuk mengangkut hasil tambang terutama untuk hasil tambang batu bara dan nikel yaitu tentang produksi kapal bangunan baru.

Disamping itu maka dibutuhkan efisiensi dalam melakukan aktifikas produksi pembangunan kapal agar menciptakan lingkungan produksi yang ekonimis. Sistem produksi yang efisien dan produktif akan menghasilkan produk yang berkualitas. Perusahaan manufaktur (galangan kapal) akan berusaha meningkatkan produktivitasnya untuk dapat bersaing dan berkompetisi mendapatkan pasar untuk mendapatkan keuntungan sebanyak mungkin dengan memingkatkan kualitas produk dan meminimalkan biaya yang dikeluarkan. [2].

ISSN 2775-5630

Afandi dan Basuki (2022) melakukan kajian secara teknikis dan ekonomis pemotongan pelat menggunakan mesin CNC *Plasma Cutting* dengan variasi ampere yang digunakan. Efektifitas pemakaian mesin potong CNC (semi otomatis) pada pemotongan pelat dengan variasi rambu bending manual dan semi otomatis sudah dilakukan Alviano dan Basuki (2023). Banyak keuntungan pemakaian mesin CNC pada kegiatan pemotongan pelat untuk mendukung pekerjaan bangunan baru. Pada Pembangunan kapal yang dilakukan PT. KMS telah terjadinya *waste* saat melakukan kegiatan produksi kapal baru, pada akhirnya saat ini metode fabrikasi manual sudah beralih ke mesin CNC, namun seberapa besar dampak efisiensi terhadap proses produksi dari manual ke CNC, dengan ini penulis mempunyai ketertarikan dalam menganalisa seberapa besar dampak efisiensi perbandingan produksi menggunakan mesin CNC dan manual menggunakan metode VSM (*Value Stream Mapping*) *lean manufacturing* dan menganalisa mesin CNC apakah layak untuk dijadikan model investasi menggunakan metode *benefit cost ratio.* Dengan batasan masalah c*utting* CNC yang dibahas adalah plat 8 mm saja dan scope Analisa pekerjaan adalah dari awal proses order material hingga blok sebelum *assembly* bottom plate dan *side shell*

TINJAUAN PUSTAKA

Proses Fabrikasi

Menurut [3] dalam penelitian Shofi 'i dan Djaja (2008) fabrikasi merupakan tahap awal dari manufaktur. Proses fabrikasi dilakukan di bengkel fabrikasi yang memproduksi komponen-komponen. Proses fabrikasi terdiri dari Straightening, *marking*, *cutting* dan *forming*. Sebelum proses tersebut dilakukan terlebih dahulu mengidentifikasi material sudah diklasifi kasikan atau belum (mengecek number pelate dengan daftar yang terdapat pada class tersebut). Setelah selesai diidentifikasi maka pihak klasifikasi tersebut akan menandatangani pemeriksaan pelat tersebut. Proses pengerjaan material antara lain Pelurusan (*Straightening*) yaitu proses yang sebenernya berlawanan dengan *bending* yang mana fungsinya adalah meluruskan lembaran logam. Penandaan (*Marking*) aitu proses penandaan material sebelum dilakukannya *cutting* atau *forming bending*, Pemotongan (*Cutting*) yaitu proses pemotongan material dengan menggunakan alat potong. Pembentukan (*Forming*) yaitu proses pembentukan material dengan cara ditekuk ditekan atau dipukul dengan menggunakan mesin *bending* atau palu. Banyak bagian kapal yang berupa lengkungan, maka dari itu proses *forming* sangat diperlukan dalam pembuatan kapal. Berdasarkan proses pengerjaan, proses *forming* dibagi menjadi 2 jenis yaitu *Mechanical Forming* dan *Thermal Forming. Mechanical Forming* yaitu proses *forming bending* yang menggunakan mesin bending, sedangkan *Thermal Forming y*aitu proses *forming bending* dengan cara memanaskan material kemudian dipukul agar material berubah bentuk.

Proses Sub-*Assembly*

Menurut [3] dalam penelitian Shofi 'i dan Djaja (2008), proses Sub *assembly* ini merupakan kelanjutan dari proses fabrikasi. Proses pengerjaannya dilakukan di bengkel Sub *assembly*, dalam proses ini mempunyai 3 tahap yaitu sub *assembly* merupakan proses penggabungan komponen-komponen dari bengkel fabrikasi menjadi blok-blok kecil (part *assembly*). Komponen- komponen tersebut masih berupa pelat dengan potongan lurus (paralel) maupun tidak lurus (non paralel), pelat yang telah dilengkungkan dan lain- lainnya seperti bagian-bagian pipa. Sebagai contoh proses pada sub *assembly* ini adalah penggabungan antara merakit sekat, merakit *web frame*, merakit pelat dengan pelat sebelum dilakukan assembly utama
Jadi sebelum dilakukannya proses assembly utama, terdapat assembly minor guna mempermudah pekerjaan karena mengelompokkan pekerjaan menjadi item pekerjaan yang lebih kecil. Contohnya pada saat pembuatan panel sekat, yaitu dengan cara menempelkan atau *fit up plate* dengan siku dan web tepat sebelum panel sekat tersebut diangkat dan digabungkan ke blok utama

Proses Assembly

Menurut [3] dalam penelitian Shofi 'i dan Djaja (2008) proses *Assembly* adalah proses penggabungan part yang telah di sub *assembly* menjadi sebuah blok. Blok yang dibangun diperhitungkan beratnya sesuai dengan kemampuan *crane*. Proses *assembly* ini dilakukan dalam beberapa proses pengerjaan, yaitu pembuatan jig dan proses perakitan. Setelah panel – panel selesai dibuat proses selanjutnya adalah proses menggabungkan panel dengan panel lain hingga terbentuk sebuah blok. Tentu kuantitas setiap galangan berbeda beda tergantung dari besarnya tempat dan kapasaitas alat berat masing – masing. Pada umumnya panel sekat adalah paling sering dibuat dengan proses *sub – assembly* yang kemudian digabungkan dengan plat *deck.*

Value Stream Mapping menyediakan pandangan yang jelas mengenai proses yang terjadi dengan memvisualisasikan berbagai macam tingkatan proses, memberikan perhatian pada pemborosan yang terjadi dan penyebabnya serta membantu dalam menghasilkan keputusan sesuai dengan kondisi yang dihadapi. Pengetahuan yang diperoleh melalui penggambaran keadaan awal dari proses akan sangat membantu dalam membentuk *value stream* di masa mendatang untuk di implementasikan dan mengidentifikasi kesempatan-kesempatan yang ada untuk melakukan perbaikan. [4]
Net benefit cost ratio atau yang sering disebut dengan net B/C adalah perbandingan jumlah present value net benefit yang positif dengan jumlah present value net benefit yang negatif, jumlah present value yang positif adalah pembilangan dan jumlah present value yang negatif adalah penyebut. Apabila netB/C >1, maka proyek layak untuk dilaksanakan. Demikian pula sebaliknya jika net B/C<1, maka proyek tidak layak. [5]

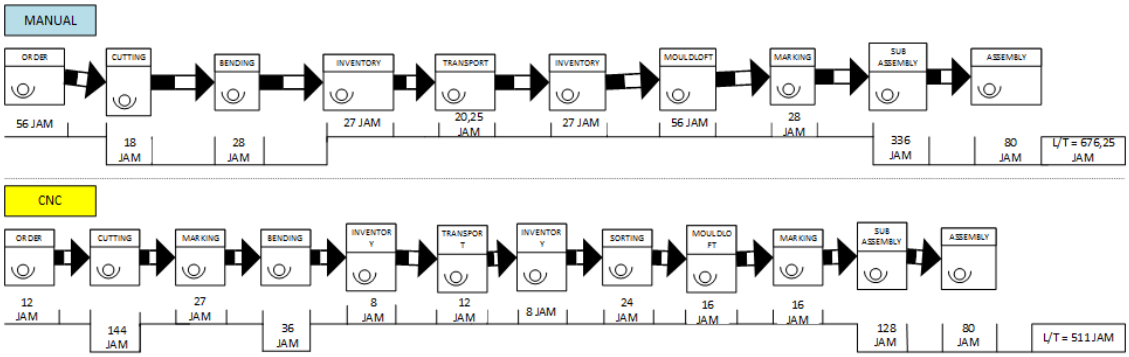
METODE

Melakukan peninjauan untuk memperkuat *argument* dan validasi data dilakukan *study literatur* dan *study* lapangan. Pengumpulan data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Metode kualitatif yaitu dengan melakukan wawancara yang mengarah pada efektifitas produksi dan perbandingan dua metode fabrikasi diatas. Wawancara kepada manpower yang berhubungan dengan proyek yaitu pekerja vendor dan pengawas proyek terkait transisi jadwal dan keuntungan atau kerugian fabrikasi – *assembly* manual ke CNC. Untuk mengetahui nilai investasi sendiri wawancara kepada user diperlukan untuk mengetahui alasan kenapa metode fabrikasi menggunakan mein CNC dipilih. Metode kuantitatif yaitu membandingkan kecepatan atau waktu produksi timeline jadwal proyek antara fabrikasi CNC dan manual dan mendapatkan output mengenai *waste* yang terjadi dengan metode *Lean Manufacturing* melalui bagan VSM (*Value Stream Mapping*) dan Menghitung beban material *consumable* dan biaya fabrikasi CNC untuk selanjutnya digunakan sebagai acuan kelayakan investasi dengan menggunakan metode BCR (*Benefit Cost Ratio*) yang nantinya dapat digunakan sebegai referensi investasi.
Menganalisa data dari hasil pengumpulan data kualitatif dan kuantitatif. Dalam proses pruduksi menggunakan metode fabrikasi maual dibutuhkan waktu berapa jam, dan juga berapa juga waktu yang dibutuhkan produksi dengan menggunakan metode fabrikasi CNC. Kemudian dianalisa dipisakan pekerjaan yang menjadi NA dan AV yang nantinya akan dilihat akar masalah *waste* dengan konsep 5 Way Methods dan Konsep *Seven Waste*. Kemudian untuk perencanaan investasi sendiri dibutuhkan satu tahun untuk melihat apakah investasi tersebut dikatakan layak. Yang terakhir adalah membuat kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menganalisa *Waste* Fabrikasi Manual dan CNC Menggunakan Metode *Lean Manufacturing*

Value stream mapping dibuat untuk mempermudah menganalisa aliran produksi pada proses pembangunan kapal baru dengan memberikan keterangan *cycle time* dan *lead time* sebagai *control* apakah pada proses produksi mana saja yang terindikasi memiliki *waste* dan nantinya dapat dipangkas agar mendjadi lebih cepat.



Gambar 1. *Value Stream Mapping* fabrikasi manual dan CNC

ISSN 2775-5630

Gambar 1. Menjelaskan warna biru menunjukan fabrikasi manual dan warna kuning menunjukan fabrikasi mesin CNC. Pada fabrikasi manual terdapat 10 pos pekerjaan dan pada fabrikasi CNC terdapat 12 pos pekerjaan. Secara sekilas meskipun jumlah fabrikasi CNC lebih banyak, pada kenyataanya fabrikasi CNC ternyata memiliki waktu *lead time* lebih cepat. Kemudian setelah dapatkan Value Stream mapping maka penulis mencoba menganalisa dan membedakan pekerjaan yang termasuk dalam katagori AV (Added Value) yaitu pekerjaan yang mengandung nilai tambah dan katagori NAV (Non Added Value) yaitu pekerjaan yang tidak mengandung nilai tambah.

Tabel 1. Identifikasi AV dan NAV fabrikasi manual

Pekerjaan	Added Value	Non Added Value
Order *material*		56 jam
Cutting	18 jam	
Bending	28 jam	
Inventory		27 jam
Transport		20 jam 15 menit
Inventory		27 jam
Mouldloft		56 jam
Marking		28 jam
Sub *Assembly*	336 jam	
Assembly	80 jam	
Total waktu	462 jam	214 jam 15 menit
Total *lead time*	676 jam 15 menit	

Tabel 1. menjelaskan bahwa total *lead time* yang diperolah adalah 676 jam 15 menit. Dari table diatas pekerjaan yang paling banyak memakan waktu adalah sub *assembly* panel – panel dan pekerjaan yang memakan waktu paling sedikit adalah proses *cutting material* menggunakan mesin *sharing*.

Tabel 2. Identifikasi AV dan NAV fabrikasi CNC

Pekerjaan	Added Value	Non Added Value
Order material		12 jam
Cutting	144 jam	
Marking		27 jam
Bending	36 jam	
Inventory		8 jam
Transport		12 jam
Inventory		8 jam
Sorting		24 jam
Mouldloft		16 jam
Marking		16 jam
Sub *Assembly*	128 jam	
Assembly	80 jam	
Total waktu	388 jam	123 jam
Total *lead time*	511 jam	

ISSN 2775-5630

Table 2 menjelaskan bahwa total *lead time* yang diperolah adalah 511 jam. Sudah pasti produksi menggunakan mesin CNC pastinya lebih cepat. Dari table diatas ditunjukkan bahwa pekerjaan yang paling banyak memakan waktu adalah pekerjaan *cutting* menggunaka mesin CNC dan pekerjaan yang paling sedikit memakan waktu adalah *inventory* atau penyimpanan. Perlu diketahui *inventory* adalah pekerjaan yang tidak menghasilkan nilai tambah atau *non added value* yang harusnya dapat dieleminasi.

Setelah semua pekeraan dikelompokkan dan disortir antara pekerjaan yang memberikan nilai tambah dan tidak memberikan nilai tambah dari kedua metode fabrikasi, maka langkah selanjutnya adalah menganalisa dan mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada kedua metode tersebut.

Dari *Seven Waste Relationship* terdapat *waste over* produksi, *Over Inventory*, *Defect*, *Transportation*, *Motion*, *Waiting*, *Overprocessing*, namun penulis memilih 3 point untuk dibahas yaitu *Over* Produksi, *Transportation* dan *Waiting.* Dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Root cause Analisis* Fabrikasi – *Assembly* manual

No.	Jenis *waste*	Why	Why	Why	Why	Why
1	*Over production*	Karena pekerjaan *cutting* terjadi 2 kali	Karena Banyak sisa *material* menumpuk di lapangan	Karena proses *mouldloft* membuat lama pekerjaan	Karena harus berulang kali memesan *material* pelat	Karena harus membuat mal, kupingan atau penegar untuk membantu proses pekerjaan sub *assembly*
2	*Transportation*	Dikarenakan waktu menunggu datangnya alat berat	Karena alat berat menunggu dengan divisi lain	Terkadang terdapat alat berat yang rusak	Karena harus berulang kali memesan alat berat	Karena operator alat berat harus didampingi oleh mandor proyek
3	*Waiting*	Karena menunggu antrian order *material*	Karena menunggu antrian *workshop* fabikasi	Karena menunggu antrian alat berat	Karena menunggu fitter *marking* & *cutting* sesuai dengan *mouldloft*	Karena terkadang skill fitter yang kurang berpengalaman

Dari *root cause analisis* diatas dapat disimpulkan bahwa proses fabrikasi – *assembly* dengan metode CNC untuk saat ini memang lebih cepat dan efisien. Dikarenakan terdapat pemangkasan pada beberapa pos – pos produksi sehingga pekerjaan dapat dilakukan *one flow* dengan sedikit pengulangan proses.

Perencanaan Nilai Investasi Mesin CNC Terhadap Galangaan PT Kukar Mandiri Shipyard

Diketahui harga mesin NC adalah IDR 300,000,000. Proyek tersebut diharapkan akan memberikan manfaat dalam bentuk pendapatan sebesar 24 % per tahun atau sekali potong dengan menjual hasil fabrikasi kapal 28m x 8,4m x 4.3m. pendapatan terjadi setiap tahun selama 5 tahun, perlu menghitung nilai sekarang (*present value*) dari setiap tahunnya menggunakan tingkat diskon yang relevan. Tingkat diskon yang digunakan adalah 9 % per tahun.

Jika B/C *Ratio* lebih dari 1, maka keuntungan dari proyek tersebut lebih besar daripada pengeluaran sehingga proyek tersebut dapat diterima atau layak dilanjutkan. Jika B/C *Ratio* kurang dari 1, maka keuntungan dari proyek tersebut lebih kecil daripada pengeluarannya sehingga proyek tersebut tidak layak dan perlu ditinjau ulang. Jika B/C *Ratio* sama dengan 1, maka keuntungan dan pengeluarannya dikatakan seimbang atau impas. Akan tetapi dikarenakan ini adalah rencana inovasi maka dipastikan bahwa hasil BCR adalah > 1.

- Proses Perhitungan PVB, PVC dan BCR

Setelah ditentukan langkah – langkah dan beberapa rumus untuk menentukan nilai investasi pada mesin CNC maka selanjutnya adalah proses penghitungan yang nantinya apakah investasi tersebur layak atau tidak untuk diterapkan.

ISSN 2775-5630

Tabel 4. Total Biaya Produksi

No	Keterangan	Biaya
1	Harga Mesin CNC baru (perkiraan)	IDR 300,000,000
2	Total biaya JO (Wawancara)	IDR 43,685,714
3	Total biaya konsumable Mesin CNC (survey e-commerce)	IDR 29,522,400
4	Harga gambar nesting (Perencanaan)	IDR 100,000,000
5	Harga *material* pelat (survey e-commerce)	IDR 1,544,671,000
	Total biaya Produksi	IDR 2,017,879,114

Dari Tabel 4 dapat dijelaskan bahwa secera garis besar harga mesin CNC adalah 300 juta rupiah, kemudian total biaya JO adalah total biaya membayar pekerja manpower dengan rincian dua operator mesin CNC dan dua helper mesin CNC. Kemudian untuk untuk mesin *bending* terdapat satu orang operator dan tiga helper. Total biaya konsumable mesin CNC antara lain penggantian komponen – komponen seperti *retainingcup hyperthem 220977*, *shield hyperthem 220976*, *nozzle hyperthem 220975*, *swirl ring hyperthem 220857* dan *elektrode hyperthem 220975*. Harga gambar nesting dapat dibeli atau direncanakan menggunakan jasa drawing konsultan. Sehingga galangan tidak perlu lagi membentuk divisi engineering untuk nesting drawing. Range harga yang diambil adalah 100 juta rupiah untuk gambar nesting satu kapal tug boat ukutan 28 meter. Harga *material* pelat dapat dari *web*site www.smsperkasa.com/produk/pelat-kapal, harga mungkin dapat berubah sewaktu – waktu dikarenakan kondisi perdagangan di Indonesia. Sehingga total biaya dari lima pengeluaran diatas adalah Rp. 2,017,879,114,-

- *Present Value Benefit* Selama Lima Tahun

Setelah menghitung total biaya pengeluaran atau total biaya produksi maka selanjutya akan dilakukan perhitungan PVB (*present value of benefit*) yaitu tentang memberi gambaran nilai yang didapat dimasa depan dari nilai uang yang dipunya sekarang untuk mengetahui apakah investasi layak atau tidak. Sebelum itu penulis harus menentukan mengenai harga jual dan keuntungan produk. Direncanakan keuntungan dalam sekali produk adalah 24 %. Maka dihitung :

Harga jual = Biaya Produksi + (24% x Biaya Produksi) . . . .(1)

= IDR 2.502.170.101,71

Sehingga keuntungan yang didapat adalah:

= IDR 2.502.170.101,71 - IDR 2.017.879.114

= IDR 484.290.987,43 atau keuntungan 24 %

Tabel 5. Perhitungan Total PVB

Tahun pertama (PVB_1)	IDR 484.290.987 / $(1+0.09)^1$ =	IDR 444.303.658
Tahun kedua (PVB_2)	IDR 484.290.987 / $(1+0.09)^2$ =	IDR 407.618.035
Tahun ketiga (PVB_3)	IDR 484.290.987 / $(1+0.09)^3$ =	IDR 373.961.500
Tahun keempat (PVB_4)	IDR 484.290.987 / $(1+0.09)^4$ =	IDR 343.083.944
Tahun kelima (PVB_5)	IDR 484.290.987 / $(1+0.09)^5$ =	IDR 314.755.912
	Total PVB	IDR 1.883.72.051

Dikarenakan investasi merupakan mencari keuntungan dalam jangka waktu yang panjang maka penulis berencana pendapatan terjadi setiap tahun selama lima tahun, dikarenakan mesin juga memiliki jangan dan

ISSN 2775-5630

waktu beroprasi, *maintenance* dan sebagianya. Untuk itu waktu normal untuk mesin beroprasi normal adalah lima tahun. Perlu menghitung nilai sekarang (*present value*) dari setiap tahunnya menggunakan tingkat diskon 9% pertahun.

- *Present Value* Cost Tahun Pertama

$$PV\ Cost = \frac{Cost}{(1+r)^n} \quad \ldots.(2)$$

Dimana Cost adalah biaya total produksi, r adalah Tingkat Diskon, n adalah Tahun pertama / saat ini

PV Cost = IDR 2.017.879.114 / $(1+0.09)^1$ = IDR 1.851.265.242

$$BCR = \frac{(PVB1+PVB2+PVB3+PVB4+PVB5)}{PV\ Cost} \quad \ldots. (3)$$

BCR = IDR 1.883.723.051 / IDR 1.851.265.242 = 1.02

Dengan didapatkan nilai BCR 1.02 > 1 dengan keuntungan harga jual 24% maka investasi layak untuk dibuat.

- Menghitung Nilai dan Grafik *Break Even Point*

Secara umum *break even point* atau BEP bukan merupakan balik modal atau *return of investment*, tetapi untuk mengetahui posisi kapan akan untung dan kapan akan rugi.

Tabel 6. Keterangan Grafik BEP (*Break Even Point*)

Unit	Fix Cost	Variabel Cost	Total Cost	Total Revenue	BEP
0.1	443.685.714	157.419.340	601.105.054	250.217.010	- 350.888.044
0.2	443.685.714	314.838.680	758.524.394	500.434.020	- 258.090.373
0.3	443.685.714	472.258.020	915.943.734	750.651.030	-165.292.703
0.4	443.685.714	629.677.360	1.073.363.074	1.000.868.040	- 72.495.033
0.5	443.685.714	787.096.700	1.230.782.414	1.251.085.050	20.302.636
0.6	443.685.714	944.516.040	1.388.201.754	1.501.302.061	113.100.306
0.7	443.685.714	1.101.935.380	1.545.621.094	1.751.519.071	205.897.976
0.8	443.685.714	1.259.354.720	1.703.040.434	2.001.736.081	298.695.647
0.9	443.685.714	1.416.774.060	1.860.459.774	2.251.953.091	391.493.317
1	443.685.714	1.574.193.400	2.017.879.114	2.502.170.101	484.290.987

Tabel 6 dibuat untuk mempermudah proses pembuatan grafik *break even point*. Dikarenakan perencanaan awal adalah perusahaan sudah untung pada saat penjualan satu unit. Maka akan dijabarkan pada posisi mana perusahaan sudah terlihat untung untuk satu kali produksi. Diketahui yang bertanda kuning adalah titik dimina produksi mencapai *break even point* pada saat produksi atau penjualan sebanyak 0.5 unit atau setengahnya. Untuk lebih jelasnya maka penulis hitung dengan menggunakan Persamaan 4 BEP per unit berikut:

$$BEP = \frac{FC}{P-VC} \quad \ldots.(4)$$

Diketahui *Fix cost* (FC) adalah IDR 443,685,714 (Harga mesin CNC, Biaya gaji dan Harga gambar nesting CNC), *Price* (P) adalah harga jual atau *total revenue* yaitu IDR 2.502.170.101, *Variable Cost* adalah IDR 1.574.193.400. VC adalah biaya yang tidak pasti. Pada penelitan ini yang tergolong *variable cost* adalah harga *material* pelat dan harga konsumable mesin CNC. Setelah dihitung maka didapatkan BEP seberar 0.478 yang artinya mendekati dengan angka 0.5 sesuai dengan tabel diatas.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa di dalam proses fabrikasi – *assembly* hull contruction blok kapal tugboat dengan ukuran 28 meter tedapat 3 *waste* yang terjadi pada metode *cutting* manual, yaitu *over production*, transportasi dan *waiting* yang selanjutnya diperbaiki atau di upgrade dengan menggunakan proses fabrikasi – *assembly* metode *cutting* CNC (*Computer Numerical Control*). Dari proses *cutting* CNC didapatkan waktu total efisiensi dari bagan *value mapping stream* sebanyak 24,43 % dari pada *cutting* manual untuk *fabrikasi – assembly* plat 8 mm

Mesin NC dapat digunakan sebagai modal investasi perusahaan, salah satu perencanaan produk yang dibuat adalah fabrikasi nesting kontstuksi kapal tugboat 28 m yang kemudian dijual ke perusaahaan lain, dengan konsep kelayakan *Benefit Cost Ratio* untuk perencanaan keuntungan dalam sekali produksi adalah 24 % dengan nominal IDR 484,290,987.43 dengan perencanaan investasi selama lima tahun dengan menggunakan tingkat diskon sebesar 9 % per – tahun. Pada akhirnya didapatkan *benefit cost ratio* sebesar 1.02 yang artinya investasi masih layak untuk dilakukan. *Break Even Point* dihitung untuk memastikan dimana letak titik keuntungan yang sudah bisa didapatkan pada saat proses cutting dalam satu kali produksi, dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa perusahaan sudah mendapatkan keuntungan pada proses pemotongan saat mencapai 50 % dari total semua pemotongan.

.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penulisan penelitan ini antara lain PT Kukar Mandiri Shipyard, bapak ibu Dosen Teknik Perkapalan ITATS.

DAFTAR PUSTAKA

[1] K. Khafendy dan J. Malisan, "Kebutuhan Desain Kapal Untuk Tongkang Batu Bara Secara Statistik," *J. Penelit. Transp. Laut*, vol. 16, no. 1, hal. 18–24, 2020, doi: 10.25104/transla.v16i1.1430.

[2] N. Pristianingrum, "Peningkatan Efisiensi Dan Produktivitas Perusahaan Manufaktur Dengan Sistem Just In Time," *ASSETS - J. Ilm. Ilmu Akunt. Keuang. dan Pajak*, vol. 1, no. 1, hal. 41–53, 2017.

[3] G. Inda dan I. Baroroh, "Biaya Produksi Pembuatan Dinding Rumah Geladak Menggunakan Pelat Bergelombang dan Pelat Berpenegar Studi Kasus Kapal Perintis 1200 GT (Production Costs for Making Deck House Walls Using Corrugated Plates and Sparking Plates Case Study of 1200 GT Pioneer," *6 J. Saintek, Vol. 16. No. 1 Juni 2019 1–16*, 2019.

[4] F. Firmansyah dan M. L. Singgih, "Perancangan Lean Production System Dengan Pendekatan Cost Integrated Value Stream Mapping Pada Divisi Kapal Niaga Studi Kasus PT PAL Indonesia," *Pros. Semin. Nas. Manaj. ...*, 2015, [Daring]. Tersedia pada: http://mmt.its.ac.id/download/SEMNAS/SEMNAS XXIII/MI/73. Prosiding Farich Firmansyah Ok(1).pdf

[5] F. S. Hanafi, K. L. Mandagie, dan D. A. N. H. Moektiwibowo, "Analisis kelayakan investasi alat berat dengan metode NPV , IRR dan NET B / C di perusahaan PLWJ," *J. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, hal. 136–148, 2020, [Daring]. Tersedia pada: https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jtin/article/view/645