PERENCANAAN PRODUKSI AGREGAT DENGAN METODE HEURISTIK DAN TRANSPORTASI PADA PT FREMONT NUSAMETAL INDONESIA

HEURISTIC METHOD AND TRANSPORTATION METHOD FOR AGGREGATE PRODUCTION PLANNING IN PT FREMONT NUSAMETAL INDONESIA

Rochsi Syahadha[1)], Ishardita Pambudi Tama[2)], Rahmi Yuniarti[3)]
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik-Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
Email: rochsi.lsai@gmail.com[1)], kangdith@ub.ac.id[2)], rahmi_yuniarti@ub.ac.id[3)]

Abstrak

Semakin ketat dan kompetitifnya persaingan industri di Indonesia menuntut para pelaku bisnis untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi di segala bidang. Begitu pula yang terjadi pada PT. Fremont Nusametal yang bergerak pada industri peleburan logam dengan menghasilkan produk tembaga dan aluminium. Seiring dengan permintaan yang cenderung meningkat, maka permasalahan yang berkaitan dengan produksi mulai muncul. Salah satunya adalah kurangnya tenaga kerja di saat permintaan yang cukup tinggi. Perencanaan produksi usulan pada penelitian ini dimulai dengan peramalan permintaan dengan menggunakan metode *moving average* (MA), *weighted moving average* (WMA), dan *exponential smoothing* (ES). Dari ketiga metode tersebut dipilih salah satu metode yang hasilnya dapat digunakan sebagai data permintaan dalam perencanaan produksi agregat. Hasil perencanaan produksi agregat menggunakan metode heuristik dan transportasi dengan pendekatan simulasi dibandingkan dengan total biaya produksi dan rata-rata kekurangan aktual setiap periode dari perencanaan produksi perusahaan.Sehingga diperoleh rencana produksi untuk periode Januari – Desember 2014 dengan total biaya produksi antara Rp 14.354.500.530,00 – Rp 14.356.452.702,00 dan rata-rata kekurangan aktual setiap periodenya antara 2072,5 jam - 5696,3 jam. Sedangkan untuk perencanaan produksi perusahaan diperoleh total biaya produksi sebesar Rp 13.500.223.744,00 dengan rata-rata kekurangan aktual setiap periode antara 4666,8 jam - 8290,6 jam.

Kata kunci: peramalan permintaan, perencanaan produksi agregat, metode heuristik, metode transportasi

1. Pendahuluan

Semakin ketat dan kompetitifnya persaingan industri di Indonesia menuntut para pelaku bisnis untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi di segala bidang. Efektifitas dan efisiensi dapat diwujudkan dengan sistem perencanaan produksi yang baik, sehingga proses produksi akan berjalan dengan lancar. Perencanaan produksi ini bertujuan untuk menyusun suatu rencana produksi untuk memenuhi permintaan pada waktu yang tepat dengan menggunakan sumber-sumber atau alternatif-alternatif yang tersisa dengan biaya yang paling minimum dari keseluruhan produk (Baroto, 2002).

Industri peleburan logam merupakan salah satu industri yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Hal ini didasarkan pada semakin meningkatnya permintaan terhadap produk logam baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Begitu pula yang terjadi pada PT. Fremont Nusametal. Perusahaan initermasuk industri peleburan logam yang menghasilkan produk tembaga dan aluminium yang terus mengalami peningkatan permintaan dalam beberapa tahun terakhir.

Seiring dengan permintaan yang cenderung meningkat, maka permasalahan yang berkaitan dengan produksi mulai muncul. Salah satunya adalah kurangnya tenaga kerja di saat permintaan yang cukup tinggi. Selama ini PT. Fremont Nusametal Indonesia belum menerapkan perencanaan yang terorganisir dalam melakukan kegiatan produksinya. Perencanaan yang ada hanya berdasarkan perkiraan dan pengalaman dari tahun–tahun sebelumnya. Ketika ada sejumlah pesanan yang harus diselesaikan, maka tidak ada pedoman secara detail yang dijadikan sebagai acuan produksi.

Menurut Kusuma (2004), perusahaan yang tidak melakukan perencanaan produksi agregat akan menghadapi beberapa permasalahan seperti, tidak optimalnya penggunaan sumber daya manusia, hingga tidak sesuainya rencana strategi perusahaan dengan rencana penjualan dan rencana produksi. Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini dapat memberikan rekomendasi perencanaan

produksi agregat agar perusahaan dapat mengalokasikan sumber daya yang dimiliki secara optimal.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif, yaitu penelitian yang ciri utamanya adalah memberikan penjelasan objektif, komparasi, dan evaluasi sebagai bahan pengambilan keputusan bagi yang berwenang (Arikunto, 1998).

2.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan akan menjadi input pada tahap pengolahan data. Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Data Primer
   Data primer adalah data yang secara langsung diambil dari objek penelitian oleh peneliti perorangan maupun organisasi yang diantaranya adalah hasil pengamatan, hasil pengukuran, dan hasil wawancara terhadap pihak terkait. Adapun data primer yang dibutuhkan adalah pengamatan langsung mengenai proses produksi di PT. Fremont Nusametal Indonesia.
2. Data Sekunder
   Data sekunder didapatkan dari data historis yang merupakan arsip atau dokumen di perusahaan. Data tersebut antara lain tinjauan umum PT. Fremont Nusametal Indonesia, permintaan produk tembaga dan alumunium Januari 2010 – Desember 2013, jumlah hari kerja Januari – Desember 2014, jam kerja reguler yang tersedia, jam kerja lembur yang tersedia, jam kerja kontrak yang tersedia, biaya tenaga kerja, biaya simpan, biaya penambahan tenaga kerja.

2.2 Pengolahan Data

Pengolahan data bertujuan untuk melakukan penyelesaian dari masalah yang diteliti. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data meliputi:

1. Penentuan peramalan permintaan
   Penentuan peramalan permintaan dengan menggunakan metode MA, WMA dan ES yang akan meramalkan permintaan tiap bulan pada tahun mendatang dengan menggunakan dasar pola data pada tahun-tahun sebelumnya.
2. Penentuan distribusi dan parameter
   Penentuan distribusi dilakukan dengan menduga distribusi probabilitas harapan yang paling mendekati pola data permintaan yang digunakan. Selain itu pada dasarnya setiap distribusi memiliki parameter dan kegunaan masing-masing sehingga dapat lebih mudah dalam penentuan distribusi.
3. *Generate data*
   Pembangkitan bilangan acak dilakukan sebanyak 12 data sebanyak 5 replikasi untuk menguji apakah model dapat diimplementasikan untuk bulan berikutnya dan mengetahui berbagai total biaya yang muncul.
4. Validasi data pembangkitan bilangan acak
   Validasi dilakukan untuk menilai validitas data produk tembaga dan alumunium yang telah dibangkitkan.
5. Perencanaan produksi agregat
   Perencanaan produksi agregat disusun berdasarkan jumlah permintaan dan faktor-faktor terkait yang telah dianalisis. Metode yang digunakan untuk mengetahui perencanaan produksi yang optimal adalah Transportasi dan *Heuristic* dengan pendekatan simulasi.

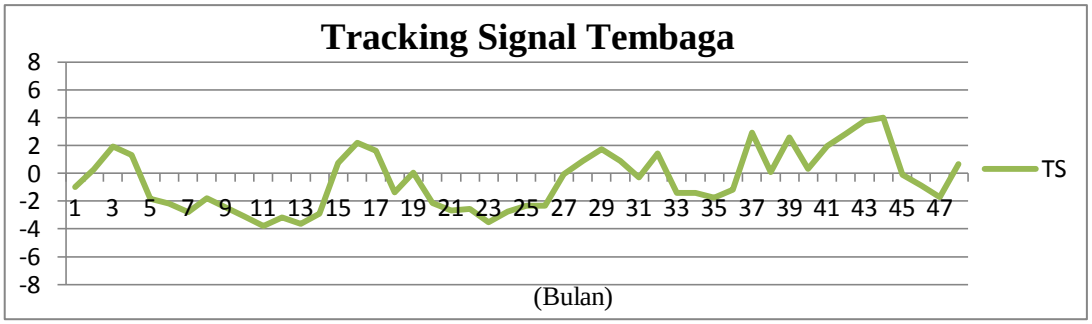
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penentuan Peramalan Permintaan

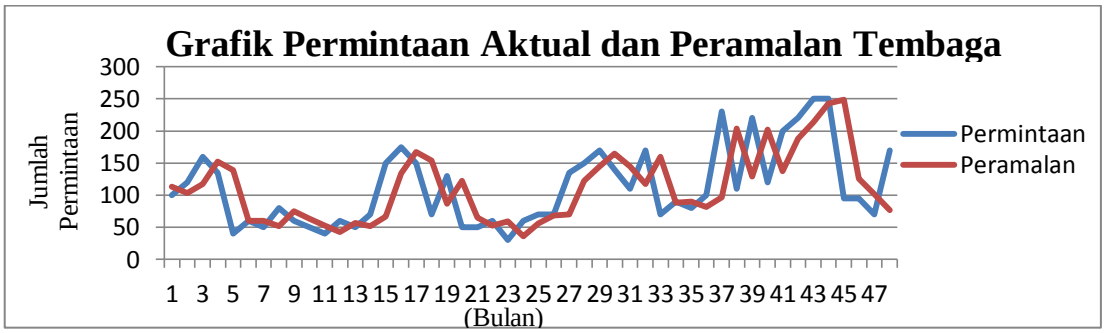
Peramalan permintaan dilakukan selama satu tahun pada produk tembaga dan alumunium dengan menggunakan metode *Moving Average* (MA), *Weighted Moving Average* (WMA), dan *Exponential Smoothing* (ES). Dari ketiga metode tersebut akan dipilih salah satu metode yang memiliki *mean absolute deviation* (MAD) terkecil dan dapat diandalkan sebagai perencanaan produksi satu tahun ke depan dengan melihat dari *tracking signal* (TS) apakah data masih di dalam batas-batas yang dapat diterima (maksimum ± 4).

3.1.1 *Peramalan Permintaan Tembaga*

Peramalan permintaan tembaga dengan menggunakan metode MA, WMA, dan ES diperoleh hasil peramalan yang lebih sesuai dengan menggunakan metode ES (α = 0,8). Dengan nilai MAD sebesar 40,4 dan untuk peta kontrol *tracking signal* dapat dilihat pada Gambar 1. Selanjutnya untuk membuktikan apakah hasil peramalan dari model ES(0,8) memiliki pola yang sama dengan permintaan



Gambar 1. Peta Kontrol *Tracking Signal* Model Peramalan ES(0,8) Produk Tembaga



Gambar 2. Grafik Permintaan Aktual dan Peramalan Tembaga

aktual, maka dilakukan perbandingan antara permintaan aktual dengan hasil peramlan yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 tampak bahwa permintaan aktual dan peramalan dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing*(α = 0.8) memiliki pola data yang hampir sama. Sehingga metode *Exponential Smoothing* (α = 0,8) dapat digunakan sebagai acuan permintaan tembaga selama satu tahun ke depan.Hasil peramalan permintaan tembaga untuk satu tahun ke depan periode Januari – Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Peramalan Permintaan Tembaga

Periode	Peramalan (Ton)
Januari	152
Februari	92
Maret	140
April	102
Mei	133
Juni	109
Juli	129
Agustus	113
September	126
Oktober	116
November	124
Desember	118

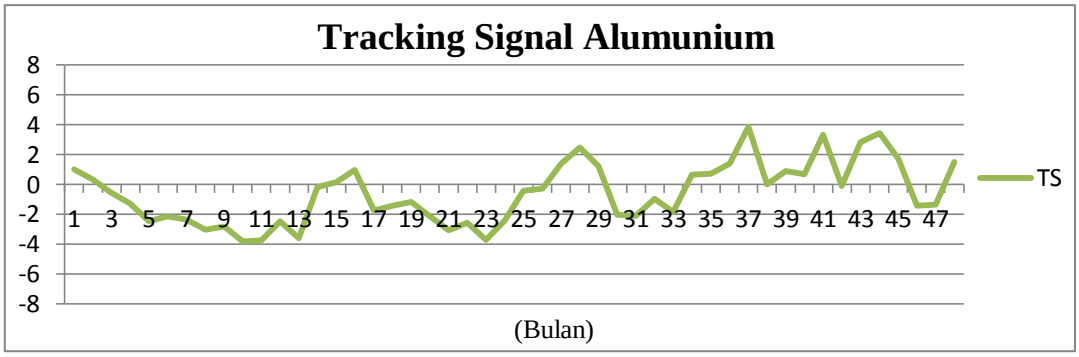
3.1.2 *Peramalan Permintaan Alumunium*

Peramalan permintaan alumunium dengan menggunakan metode MA, WMA, dan ES diperoleh hasil peramalan yang lebih sesuai dengan menggunakan metode ES (α = 0,8). Dengan nilai MAD sebesar 30,1 dan untuk peta kontrol *tracking signal* dapat dilihat pada Gambar 3. Selanjutnya untuk membuktikan apakah hasil peramalan dari model ES(0,8) memiliki pola yang sama dengan permintaan aktual, maka dilakukan perbandingan antara permintaan aktual dengan hasil peramlan yang dapat dilihat pada Gambar 4.

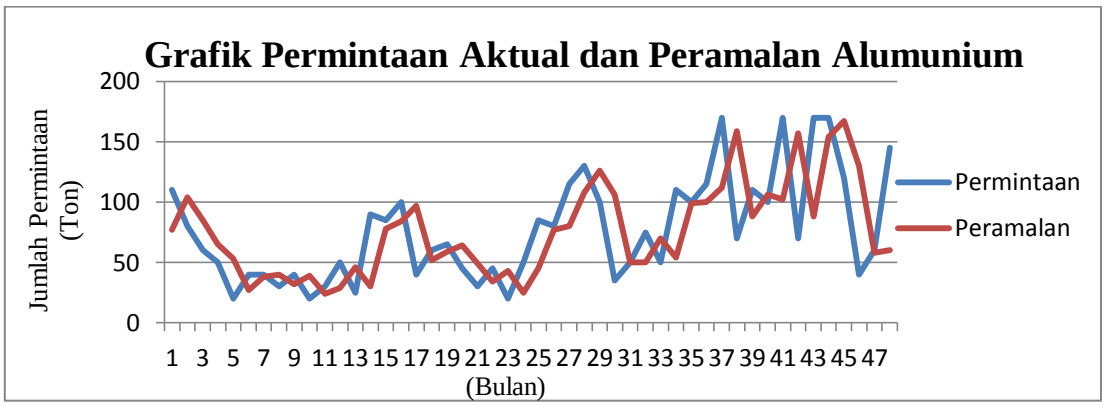
Dari Gambar 4 tampak bahwa permintaan aktual dan peramalan dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing*(α = 0.8) memiliki pola data yang hampir sama. Sehingga metode *Exponential Smoothing* (α = 0,8) dapat digunakan sebagai acuan permintaan alumunium selama satu tahun ke depan. Hasil peramalan permintaan alumunium untuk satu tahun ke depan periode Januari – Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Peramalan Permintaan Alumunium

Periode	Peramalan (Ton)
Januari	128
Februari	74
Maret	118
April	83
Mei	111
Juni	89
Juli	107
Agustus	93
September	105
Oktober	96
November	104
Desember	98



Gambar 3. Peta Kontrol *Tracking Signal* Model Peramalan ES(0,8) Produk Alumunium



Gambar 4. Grafik Permintaan Aktual dan Peramalan Alumunium

3.2 Penentuan Distribusi dan Parameter

Penentuan distribusi dilakukan dengan menduga distribusi probabilitas harapan yang paling mendekati pola data permintaan yang digunakan. Selain itu pada dasarnya setiap distribusi memiliki parameter sehingga dapat lebih mudah dalam penentuan distribusi.

3.2.1 *Tembaga*

Data permintaan tembaga sesuai dengan distribusi uniform karena data secara acak bervariasi. Grafik data permintaan tembaga dapat dilihat pada Gambar 5.

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan *kolmogorov-smirnov* untuk menentukan apakah suatu data permintaan tembaga yang diharapkan sama dengan data permintaan tembaga yang diperoleh dari suatu distribusi harapan. Perhitungan *kolmogorov-smirnov* berikut dilakukan untuk memastikan apakah data berdistribusi uniform atau tidak. Formulasi hipotesis pengujian ini adalah:

H_0 = Data permintaan tembaga berdistribusi uniform.

H_1 = Data permintaan tembaga tidak berdistribusi uniform.

H_0diterima jika D hitung maksimum ≤ D*critical*

Contoh perhitungan *Kolmogorov-Smirnov Test* untuk i = 11 adalah sebagai berikut.

X_i = 40

f_a = $\frac{n \text{ (banyak data)}}{N \text{ (jumlah data)}}$ (Pers. 1)

= $\frac{2}{48}$

= 0,041667

F_a = kumulatif dari f_a (Pers. 2)

= 0,0625

f_e = $\frac{1}{(\text{permintaan maksimum} - \text{permintaan minimum})}$

= $\frac{1}{(250-30)}$ (Pers. 3)

= 0,004545

F_a = kumulatif dari f_e (Pers. 4)

= 0,045455

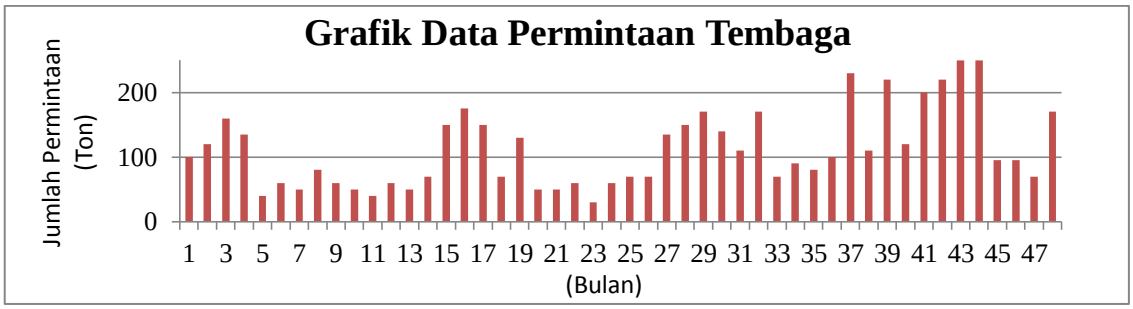
D hitung = $|F_a - F_e|$ (Pers. 5)

D hitung = $|0{,}0625 - 0{,}045455|$

D hitung = 0,017045

Hasil perhitungan data tembaga dengan uji *Kolmogrov-Smirnov* dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, nilai D hitung maksimum ≤ D*critical* (0,225379 ≤ 0,231) maka dapat disimpulkan data permintaan tembaga berdistribusi uniform dengan menggunakan parameter nilai minimum dan maksimumnya yaitu 30 dan 250 dimana parameter tersebut akan digunakan dalam melakukan pembangkitan bilangan acak untuk implementasi model pada periode berikutnya.



Gambar 5. Grafik Data Permintaan Tembaga

Tabel 3. Hasil Perhitungan dengan Uji *Kolmogorov-Smirnov* Tembaga

I	X_i (Ton)	f_a (Aktual)	F_a (Kumulatif Aktual)	f_e (Harapan)	F_e (Kumulatif Harapan)	D hitung
1	30	0,020833	0,020833	0	0	0,020833
2	31	0	0,020833	0,004545	0,004545	0,016288
3	32	0	0,020833	0,004545	0,009091	0,011742
4	33	0	0,020833	0,004545	0,013636	0,007197
5	34	0	0,020833	0,004545	0,018182	0,002652
…	…	…	…	…	…	…
D hitung maksimum						**0,225379**
D *critical* (α=0,005)						**0,231**

Berdasarkan Tabel 3, nilai D hitung maksimum ≤ D*critical* (0,225379 ≤ 0,231) maka dapat disimpulkan data permintaan tembaga berdistribusi uniform dengan menggunakan parameter nilai minimum dan maksimumnya yaitu 30 dan 250 dimana parameter tersebut akan digunakan dalam melakukan pembangkitan bilangan acak untuk implementasi model pada periode berikutnya.

3.2.2 *Alumunium*

Data permintaan alumunium sesuai dengan distribusi uniform karena data secara acak bervariasi. Grafik data permintaan alumunium dapat dilihat pada Gambar 6.

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan *kolmogorov-smirnov* untuk menentukan apakah suatu data permintaan alumunium yang diharapkan sama dengan data permintaan alumunium yang diperoleh dari suatu distribusi harapan. Perhitungan *kolmogorov-smirnov* berikut dilakukan untuk memastikan apakah data berdistribusi uniform atau tidak, dengan menggunakan parameter nilai minimum dan maksimumnya yaitu sebesar 20 dan 170 secara berturut–turut. Formulasi hipotesis pengujian ini adalah:

H_0 = Data permintaan alumunium berdistribusi uniform.

H_1 = Data permintaan alumunium tidak berdistribusi uniform.

H_0diterima jika D hitung maksimum ≤ D*critical*

Contoh perhitungan *Kolmogorov-Smirnov Test* untuk i = 6 adalah sebagai berikut.

X_i = 25

f_a = $\frac{n\ (\text{banyak data})}{N\ (\text{jumlah data})}$ (Pers. 6)

= $\frac{1}{48} = 0{,}020833$

F_a = kumulatif dari f_a (Pers. 7)

= 0,083333

f_e = $\frac{1}{(\text{permintaan maksimum} - \text{permintaan minimum})}$

= $\frac{1}{(170-20)} = 0{,}006667$ (Pers. 8)

F_a = kumulatif dari f_e (Pers. 9)

= 0,033333

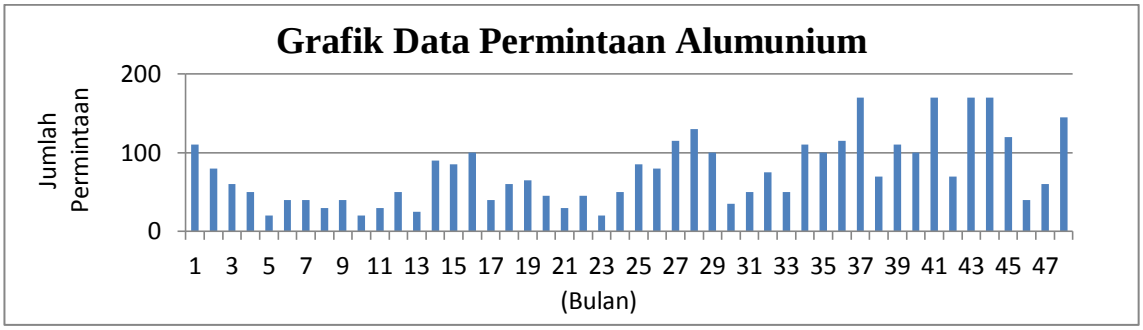
D hitung = $|F_a - F_e|$ (Pers. 10)

D hitung = $|0{,}083333 - 0{,}033333|$

D hitung = 0,05

Hasil perhitungan data alumunium dengan uji *Kolmogrov-Smirnov* dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, nilai D hitung maksimum ≤ D*critical* (0,220833 ≤ 0,231) maka dapat disimpulkan data permintaan alumunium berdistribusi uniform dengan menggunakan parameter nilai minimum dan maksimumnya yaitu 20 dan 170 dimana parameter tersebut akan digunakan dalam melakukan pembangkitan bilangan acak untuk implementasi model pada periode berikutnya.



Gambar 6. Grafik Data Permintaan Alumunium

Tabel 4. Hasil Perhitungan dengan Uji *Kolmogorov-Smirnov* Aluminium

I	X_i (Ton)	f_a (Aktual)	F_a (Kumulatif Aktual)	f_e (Harapan)	F_e (Kumulatif Harapan)	D hitung
1	20	0,0625	0,0625	0	0	0,0625
2	21	0	0,0625	0,006667	0,006667	0,055833
3	22	0	0,0625	0,006667	0,013333	0,049167
4	23	0	0,0625	0,006667	0,02	0,0425
5	24	0	0,0625	0,006667	0,026667	0,035833
...	...	...	...	...	...	...
					D hitung maksimum	**0,220833**
					D *critical* (α=0,005)	**0,231**

Tabel 5. Hasil Pembangkitan Bilangan Acak dalam Satuan Ton

	JenisProduk	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5
Januari	Tembaga	223	226	243	222	217
	Aluminium	133	104	86	126	109
Februari	Tembaga	87	211	238	112	143
	Aluminium	69	76	149	161	36
Maret	Tembaga	207	244	68	246	168
	Aluminium	54	46	29	118	84
April	Tembaga	213	86	222	177	232
	Aluminium	52	23	162	60	110
Mei	Tembaga	52	57	226	33	198
	Aluminium	21	133	82	127	125
Juni	Tembaga	242	190	136	239	225
	Aluminium	123	117	114	129	149
Juli	Tembaga	166	184	239	228	66
	Aluminium	157	57	38	116	125
Agustus	Tembaga	90	161	114	135	97
	Aluminium	109	126	167	134	64
September	Tembaga	132	171	205	110	220
	Aluminium	65	64	96	31	63
Oktober	Tembaga	87	140	55	108	133
	Aluminium	59	151	135	74	47
November	Tembaga	143	118	53	220	42
	Aluminium	63	132	100	111	56
Desember	Tembaga	174	47	97	59	73
	Aluminium	165	103	108	22	123

3.3 *Generate* Data

Pembangkitan bilangan acak dilakukan sebanyak 12 data sebanyak 5 replikasi untuk menguji apakah model dapat diimplementasikan untuk bulan berikutnya. Permintaan tembaga dan aluminium hasil dari pembangkitan bilangan acak dengan 5 replikasi dapat dilihat pada Tabel 5.

3.4 Validasi Data Pembangkitan Bilangan Acak

Validasi dilakukan untuk menilai validitas data produk tembaga dan alumunium yang telah dibangkitkan.

3.4.1 *Validasi Data Pembangkitan Bilangan Acak Produk Tembaga*

Pengujian validitas data ini menggunakan uji kesamaan dua rata-rata dari dua populasi atau uji *Mann-Whitney*, yaitu data permintaan produk tembaga dari sistem nyata dan data permintaan produk tembaga hasil dari pembangkitan bilangan acak. Hasil rekapitulasi uji kesamaan dua rata-rata antara data permintaan produk tembaga sistem nyata dengan hasil pembangkitan bilangan acak dapat dilihat pada Tabel 6.

3.4.2 *Validasi Data Pembangkitan Bilangan Acak Produk Alumunium*

Pengujian validitas data ini menggunakan uji kesamaan dua rata-rata dari dua populasi atau uji *Mann-Whitney*, yaitu data permintaanproduk alumunium dari sistem nyata dan data permintaan produk alumunium hasil dari pembangkitan bilangan acak.Hasil rekapitulasi uji kesamaan dua rata-rata antara data permintaan produk alumunium sistem nyata dengan hasil pembangkitan bilangan acak dapat dilihat pada Tabel 7.

3.5 Perencanaan Produksi Agregat

Perencanaan agregat adalah suatu proses penentuan kuantitas dan waktu produksi pada jangka menengah, biasanya antara 3 hingga 18 bulan ke depan untuk memenuhi permintaan yang diprediksi dengan menyesuaikan nilai produksi, tingkat tenaga kerja, tingkat persediaan, pekerjaan lembur, tingkat sub kontrak dan variabel lain yang bisa dikendalikan (Heizer dan Render, 2005).

3.5.1 *Penentuan Kapasitas Produksi*

Perhitungan kapasitas produksi digunakan untuk mengetahui jumlah produk yang mampu dihasilkan oleh fasilitas yang dimiliki oleh perusahaan. Kapasitas produksi merupakan jumlah produk yang dapat diproduksi dalam satuan waktu tertentu. Perhitungan kapasitas produksi nantinya digunakan untuk perencanaan dan perhitungan biaya produksi. Kapasitas jam produksi reguler, *overtime*, dan kontrak yang tersedia per periode selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 6. Rekapitulasi Uji Kesamaan Dua Rata-Rata Data Permintaan Tembaga

	Nilai P	Hasil	Keterangan
Replikasi 1	0,0543	0,0543≥ 0,05	H_0Diterima
Replikasi 2	0,0591	0,0591 ≥ 0,05	H_0Diterima
Replikasi 3	0,0742	0,0742 ≥ 0,05	H_0Diterima
Replikasi 4	0,0603	0,0603 ≥ 0,05	H_0Diterima
Replikasi 5	0,0836	0,0836 ≥ 0,05	H_0Diterima

Tabel 7. Rekapitulasi Uji Kesamaan Dua Rata-Rata Data Permintaan Alumunium

	Nilai P	Hasil	Keterangan
Replikasi 1	0,3178	0,3178≥ 0,05	H_0Diterima
Replikasi 2	0,1180	0,1180 ≥ 0,05	H_0Diterima
Replikasi 3	0,0656	0,0656 ≥ 0,05	H_0Diterima
Replikasi 4	0,0567	0,0567 ≥ 0,05	H_0Diterima
Replikasi 5	0,1768	0,1768 ≥ 0,05	H_0Diterima

Tabel 8. Kapasitas Produksi Reguler, *Overtime*, dan Kontrak yang Tersedia

Periode	Kapasitas Produksi		
	Reguler (jam)	*Overtime* (jam)	Kontrak (jam)
Januari	144	96	144
Februari	144	96	144
Maret	150	100	150
April	150	100	150
Mei	138	92	138
Juni	150	100	150
Juli	138	92	138
Agustus	150	100	150
September	156	104	156
Oktober	156	104	156
November	150	100	150
Desember	150	100	150

3.5.2 *Konversi Permintaan Ke Satuan Jam Kerja*

Permintaan produk setiap bulan harus diubah satuannya menjadi satuan jam dengan cara mengalikan permintaan tiap-tiap produksi dengan waktu yang dibutuhkan produk tersebut. Konversi ini digunakan untuk melakukan perencanaan agregat. Hasil perhitungan permintaan agregat selengkapnya dari Januari – Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Permintaan Agregat dalam Satuan Jam

Periode	Permintaan
Januari	3920
Februari	2324
Maret	3612
April	2590
Mei	3416
Juni	2772
Juli	3304
Agustus	2884
September	3234
Oktober	2968
November	3192
Desember	3024
Total	**34216**

Untuk jumlah penjualan dengan pendekatan simulasi yang harus dipenuhi dalam jam dapat diketahui dengan perhitungan yang sama seperti memperoleh jumlah permintaan yang harus diproduksi. Hasil perhitungan data penjualan dengan pendekatan simulasi dapat dilihat pada Tabel 10.

3.5.3 *Perhitungan Biaya Produksi Agregat*

Perhitungan biaya produksi agregat didapatkan dengan merata-ratakan biaya tiap jenis produk, yang kemudian seluruh biaya tersebut dijumlahkan. Untuk mendapatkan rata-ratanya dengan menghitung presentase kebutuhan jam produksi masing-masing produk terhadap total kebutuhan jam produksi semua produk. Hasil perhitungan seluruhnya dapat dilihat pada Tabel 11.

3.5.4 *Perencanaan Produksi Usulan*

Perencanaan produksi usulan dilakukan dengan menggunakan metode agregat dengan dua metode berbeda yaitu metode heuristik dan transportasi. Dari dua metode tersebut akan dipilih metode yang paling tepat bagi perusahaan serta dapat menghemat biaya produksi yang dikeluarkan oleh perusahaan. Metode heuristikdan transportasi dipilih sebagai perencanaan produksi usulan karena kedua metode ini mengijinkan penggunaan produksi reguler, *overtime, inventory,* dan produksi subkontrak atau kontrak.

1. Metode Heuristik

   Metode Heuristikadalah metode yang sederhana namun solusi yang dihasilkan tidak menjamin optimal (Smith, 1989).Hasil perencanaan produksi usulan dengan metode heuristikpada replikasi 1 dapat dilihat pada Tabel 12. Sedangkan hasil perbandingan perencanaan usulan dan permintaan aktual dengan metode heuristikpada replikasi 1 dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 10. Data Penjualan dengan Pendekatan Simulasi dalam Satuan Jam

Periode	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5
Januari	4984	4620	4606	4872	4564
Februari	2184	4018	5418	3822	2506
Maret	3654	4060	1358	5096	3528
April	3710	1526	5376	3318	4788
Mei	1022	2660	4312	2240	4522
Juni	5110	4298	3500	5152	5236
Juli	4522	3374	3878	4816	2674
Agustus	2786	4018	3934	3766	2254
September	2758	3290	4214	1974	3962
Oktober	2044	4074	2660	2548	2520
November	2884	3500	2142	4634	1372
Desember	4746	2100	2870	1134	2744
Total	**40404**	**41538**	**44268**	**43372**	**40670**

Tabel 11. Biaya Produksi Agregat Reguler, *Overtime*, Kontrak, dan Biaya Simpan Per Jam

Jenis Produk	Kebutuhan Jam Produksi	% Kebutuhan Jam Produksi	Biaya rata-rata (Rp/jam)			
			Reguler	*Overtime*	Kontrak	Simpan
Tembaga	20356	54,66	310.492	311.955	312.054	3.683
Alumunium	16884	45,34	73.859	75.072	75.154	1.071
Total	**34216**	**100,00**	**384.351**	**387.027**	**387.208**	**4.754**

Tabel 12. Perencanaan Produksi Usulan dengan Metode Heuristik Replikasi 1 dalam Satuan Jam

Periode	GD	ND	Hari Aktif	JTR	JTK	JPR	JPK	Ov	K	*Hire*	L	I	TP
1	3920	3920	24	14	0	2016	0	1344	560	4	0	16	3936
2	2324	2308	24	14	0	2016	0	308	0	0	4	16	2324
3	3612	3596	25	14	0	2100	0	1400	96	1	0	54	3650
4	2590	2536	25	14	0	2100	0	448	0	0	1	12	2548
5	3416	3404	23	14	0	1932	0	1288	184	2	0	92	3496
6	2772	2680	25	14	0	2100	0	588	0	0	2	8	2688
7	3304	3296	23	14	0	1932	0	1288	76	1	0	62	3358
8	2884	2822	25	14	0	2100	0	728	0	0	1	6	2828
9	3234	3228	26	14	0	2184	0	1064	0	0	0	20	3248
10	2968	2948	26	14	0	2184	0	784	0	0	0	20	2968
11	3192	3172	25	14	0	2100	0	1092	0	0	0	20	3192
12	3024	3004	25	14	0	2100	0	924	0	9	0	20	3024
Total	**37240**	**36914**				**24864**	**0**	**11256**	**916**	**8**	**8**	**346**	**37260**

Tabel 13. Hasil Perbandingan Perencanaan Usulan dan Permintaan Aktual dengan Metode HeuristikReplikasi 1 dalam Satuan Jam

Periode	DA	TP	IA	S
1	4984	3936	0	1048
2	2184	2324	0	908
3	3654	3650	0	912
4	3710	2548	0	2074
5	1022	3496	400	0
6	5110	2688	0	2022
7	4522	3358	0	3186
8	2786	2828	0	3144
9	2758	3248	0	2654
10	2044	2968	0	1730
11	2884	3192	0	1422
12	4746	3024	0	3144
Total	**40404**	**37260**	**308**	**21844**

Keterangan :
GD = *Gross demand* atau kebutuhan kotor
ND = *Nett demand* atau kebutuhan bersih
JTR = Jumlah tenaga kerja reguler
JTK = Jumlah tenaga kerja kontrak
JPR = Jumlah produksi reguler
JPK = Jumlah produksi kontrak
Ov = *Overtime*
K = Kekurangan
I = *Inventory*
DA = Permintaan aktual
IA = *Inventory* aktual
S = Kekruangan aktual
TP = Total produksi

Berdasarkan perhitungan biaya perencanaan produksi usulan dengan metode heuristikdiperoleh rata-rata total biaya produksi antara Rp 14.356.997.896,00 - Rp 14.355.096.296,00 dengan rata-rata kekurangan aktual setiap periode antara 1820,3 - 5364,7 jam.

2. Metode Transportasi

Metode Transportasi adalah metode yang merupakan bagian dari perencanaan produksi program lineardengan mengijinkan penggunaan produksi reguler, *overtime, inventory*, *backorder* dan subkontrak. Metode transportasi mempunyai fleksibilitas yang besar untuk menyertakan berbagai macam biaya dan relatif mudah diformulasikan serta digunakan (Buffa, 1983). Hasil perencanaan produksi usulan dengan metode transportasi pada replikasi 1 dapat dilihat pada Lampiran 1.

Berdasarkan Lampiran 1, biaya perencanaan produksi usulan dengan metode

transportasi diperoleh rata-rata total biaya produksi antara Rp 14.356.997.896,00-Rp 14.355.096.296,00 dengan rata-rata kekurangan aktual setiap periode antara 1820,3 - 5364,7 jam. Dengan demikian, hasil perencanaan produksi usulan dengan metode heuristikdan metode transportasi menghasilkan rencana produksi dengan rata-rata total biaya produksi yang sama. Akan tetapi terdapat perbedaan total biaya produksi dan rata-rata kekurangan aktual setiap periode dari kelima replikasi.

3.1.1 *Perencanaan Produksi Perusahaan*

Perencanaan produksi perusahaan didasarkan pada kapasitas tenaga kerja reguler ditambah dengan *overtime.*Hasil perhitungan perencanaan produksi perusahaan dalam satuan jam periode Januari – Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Perencanaan Produksi Perusahaan dalam Satuan Jam

Periode	Permintaan
Januari	2688
Februari	2688
Maret	2800
April	2800
Mei	2576
Juni	2800
Juli	2576
Agustus	2800
September	2912
Oktober	2912
November	2800
Desember	2800
Total	**33152**

Sedangkan untuk perhitungan biaya perencanaan produksi perusahaan seluruhnya dapat dilihat pada Tabel 15.

Hasil perencanaan produksi perusahaan dengan metode heuristikpada replikasi 1 dapat dilihat pada Tabel 16. Sedangkan hasil perbandingan perencanaan perusahaan dan permintaan aktual dengan metode heuristik pada replikasi 1 dapat dilihat pada Tabel 17.

Berdasarkan perhitungan biaya perencanaan produksi perusahaan dengan metode heuristikdiperoleh rata-rata total biaya produksi sebesar Rp 13.500.223.744,00 dengan rata-rata kekurangan aktual setiap periode antara 4414,7 – 8107,2 jam.Hasil perencanaan produksi perusahaan dengan metode transportasi pada replikasi 1 dapat dilihat pada Lampiran 2.

Berdasarkan Lampiran 2, dapat dilihat bahwa perhitungan rata-rata total biaya perencanaan produksi perusahaan dengan metode transportasi sebesar Rp 13.500.223.744,00 dengan rata-rata kekurangan aktual setiap periode antara 4414,7 – 8107,2 jam. Sehingga hasil perencanaan produksi perusahaan dengan metode heuristik dan metode transportasi menghasilkan rencana produksi dengan rata-rata total biaya produksi yang sama. Akan tetapi terdapat perbedaan pada rata-rata kekurangan aktual setiap periode dari kelima replikasi.

Tabel 15. Biaya Produksi Perencanaan Perusahaan Reguler, *Overtime*, Kontrak, dan Biaya Simpan Per Jam

Jenis Produk	Kebutuhan Jam Produksi	% Kebutuhan Jam Produksi	Biaya rata-rata (Rp/jam)			
			Reguler	*Overtime*	Kontrak	Simpan
Tembaga	19936	60,14	341.621	343.230	343.339	4.052
Alumunium	13216	39,86	64.932	65.999	66.071	942
Total	**33152**	**100,00**	**406.553**	**409.229**	**409.410**	**4.994**

Tabel 16. Perencanaan Produksi Perusahaan dengan Metode Heuristik Replikasi 1 dalam Satuan Jam

Periode	GD	ND	Hari Aktif	JTR	JTK	JPR	JPK	Ov	K	*Hire*	L	I	TP
1	2688	2688	24	14	0	2016	0	672	0	0	0	0	2688
2	2688	2688	24	14	0	2016	0	672	0	0	0	0	2688
3	2800	2800	25	14	0	2100	0	700	0	0	0	0	2800
4	2800	2800	25	14	0	2100	0	700	0	0	0	0	2800
5	2576	2576	23	14	0	1932	0	644	0	0	0	0	2576
6	2800	2800	25	14	0	2100	0	700	0	0	0	0	2800
7	2576	2576	23	14	0	1932	0	644	0	0	0	0	2576
8	2800	2800	25	14	0	2100	0	700	0	0	0	0	2800
9	2912	2912	26	14	0	2184	0	728	0	0	0	0	2912
10	2912	2912	26	14	0	2184	0	728	0	0	0	0	2912
11	2800	2800	25	14	0	2100	0	700	0	0	0	0	2800
12	2800	2800	25	14	0	2100	0	700	0	0	0	0	2800
Total	**33152**	**33152**				**24864**	**0**	**8288**	**0**	**0**	**0**	**0**	**33152**

Tabel 17. Hasil Perbandingan Perencanaan Perusahaan dan Permintaan Aktual dengan Metode Heuristik Replikasi 1 dalam Satuan Jam

Periode	DA	TP	IA	S
1	4984	2688	0	2296
2	2184	2688	0	1792
3	3654	2800	0	2646
4	3710	2800	0	3556
5	1022	2576	0	2002
6	5110	2800	0	4312
7	4522	2576	0	6258
8	2786	2800	0	6244
9	2758	2912	0	6090
10	2044	2912	0	5222
11	2884	2800	0	5306
12	4746	2800	0	7252
Total	**40404**	**33152**	**0**	**52976**

Tabel 18. Perbandingan Perencanaan Produksi Usulan dengan Perencanaan Produksi Perusahaan

	Perencanaan Produksi Usulan*	Perencanaan Produksi Perusahaan*
Rata-rata Total Biaya (Rp)	14.354.500.530 - 14.356.452.702	13.500.223.744
Rata-rata Kekurangan (Jam)	2072,5 - 5696,3	4666,8 - 8290,6

Berdasarkan perhitungan perencanaan produksi usulan dan perencanaan produksi perusahaan didapatkan perbandingan yang dapat dilihat pada Tabel 18. Untuk mendapatkan hasil *confidence interval* dari hasil perencanaan dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut.

Confidence Interval = Rata-rata hasil perencanaan replikasi 1 sampai dengan 5 – $(t_{\frac{\alpha}{2}}\ x\ \frac{Standar\ deviasi}{\sqrt{n}})$ sampai dengan rata-rata hasil perencanaan replikasi 1 sampai dengan 5 + $(t_{\frac{\alpha}{2}}\ x\ \frac{Standar\ deviasi}{\sqrt{n}})$ (Pers. 11)

Confidence Interval Total Biaya Perencanaan Produksi Usulan

= 14.355.476.616 – (2,571 x $\frac{850421,4}{\sqrt{5}}$) sampai dengan 14.355.476.616 + (2,571 x $\frac{850421,4}{\sqrt{5}}$)

= 14.354.500.530 sampai dengan 14.356.452.702

Dari Tabel 18, dapat dilihat bahwa perhitungan perencanaan produksi usulan menghasilkan rata-rata total biaya produksi yang lebih besar dari perencanaan produksi perusahaan. Sedangkan rata-rata kekurangan aktual setiap periode pada perencanaan produksi usulan lebih rendah dibandingkan dengan perencanaan produksi perusahaan. Untuk perencanaan produksi usulan diperoleh hasil *confidence interval* antara Rp 14.354.500.530 - 14.356.452.702 dan rata-rata kekurangan aktual setiap periodenya antara 2072,5 jam - 5696,3 jam. Sedangkan untuk perencanaan produksi perusahaan diperoleh total biaya produksi sebesar Rp 13.500.223.744,00 dan rata-rata kekurangan aktual setiap periode antara 4666,8 jam - 8290,6 jam.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Peramalan permintaan yang tepat untuk PT. Fremont Nusametal Indonesia dengan menggunakan metode *Moving Average* (MA), *Weighted Moving Average* (WMA), dan *Exponential Smoothing* (ES) adalah berdasarkan nilai *mean absolute deviation* (MAD) terkecil dan dengan melihat *tracking signal* (TS) apakah data masih di dalam batas-batas yang dapat diterima (maksimum ± 4) untuk membuktikan bahwa metode tersebut dapat diandalkan sebagai perencanaan produksi satu tahun ke depan. Sehingga diperoleh metode ES (α = 0,8) yang sesuai untuk produk tembaga dan alumunium.
2. Perencanaan produksi agregat yang tepat untuk PT. Fremont Nusametal Indonesia adalah berdasarkan pengoptimalan kapasitas produksi reguler dan *overtime* dan jika masih terdapat kekurangan maka akan dilakukan penambahan tenaga kerja

kontrak yang sesuai dengan kebutuhan periode tersebut dan sebisa mungkin meminimalkan tingkat *inventory.* Sehingga diperoleh penambahan tenaga kerja sebanyak 8 orang dalam kurun waktu satu tahun.

3. Besarnya total biaya produksi pada PT. Fremont Nusamteal Indonesia yang diperoleh dari perencanaan perusahaan sebesar Rp 13.500.223.744,00 dan rata-rata kekurangan aktual setiap periode antara 4666,8 jam - 8290,6 jam. Sedangkan total biaya produksi perencanaan produksi usulan antara Rp 14.354.500.530,00 - Rp 14.356.452.702,00 dan rata-rata kekurangan aktual setiap periodenya antara 2072,5 jam - 5696,3 jam.

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, Suharsimi, (1998). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*, Jakarta: Bima Aksara.

Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi.*Jakarta: Ghalia Indonesia.

Buffa, E. S. (1983). *Manajemen Produksi/Operasi.* Jakarta: Erlangga.

Kusuma, H. (2004). *Manajemen Produksi : Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogjakarta: Andi Offset.

Render, Barry, dan Heizer, Joy. (2005). *Manajemen Operasi Edisi Ketujuh Terjemahan*. Jakarta: Salemba Empat.

Smith, S. B. (1989). *Computer Based Production and Inventory Control*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc.

Lampiran 1. Perencanaan Produksi Usulan dengan Metode Transportasi Replikasi 1 dalam Satuan Jam

Periode		Periode													Kapasitas	IA	S	H	L
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
1	Rt	2016													2016	0	1048	4	0
	Ov	1344													1344				
	Kt	560	16												-				
2	Rt		2016												2016	0	908	0	4
	Ov		292	16											1344				
	Kt														-				
3	Rt			2100											2100	0	912	1	0
	Ov			1400											1400				
	Kt			96	54										-				
...	Rt	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Ov	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...				
	Kt	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...				
10	Rt										2184				2184	0	1730	0	0
	Ov										764	20			1456				
	Kt														-				
11	Rt											2100			2100	0	1422	0	0
	Ov											1072	20		1400				
	Kt														-				
12	Rt												2100		2100	0	3144	0	0
	Ov												904	20	1400				
	Kt														-				
D		**3920**	**2324**	**3612**	**2590**	**3416**	**2772**	**3304**	**2884**	**3234**	**2968**	**3192**	**3024**						
DA		**4984**	**2184**	**3654**	**3710**	**1022**	**5110**	**4522**	**2786**	**2758**	**2044**	**2884**	**4746**						

Lampiran 2. Perencanaan Produksi Perusahaan dengan Metode Transportasi Replikasi 1 dalam Satuan Jam

Periode		Periode													Kapasitas	IA	S	H	L
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
1	Rt	2016													2016	0	2296	0	0
	Ov	672													1344				
	Kt														-				
2	Rt		2016												2016	0	1792	0	0
	Ov		672												1344				
	Kt														-				
3	Rt			2100											2100	0	2646	0	0
	Ov			700											1400				
	Kt														-				
...	Rt	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Ov	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...				
	Kt	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...				
10	Rt										2184				2184	0	5222	0	0
	Ov										728				1456				
	Kt														-				
11	Rt											2100			2100	0	5306	0	0
	Ov											700			1400				
	Kt														-				
12	Rt												2100		2100	0	7252	0	0
	Ov												700		1400				
	Kt														-				
D		**2688**	**2688**	**2800**	**2800**	**2576**	**2800**	**2576**	**2800**	**2912**	**2912**	**2800**	**2800**						
DA		**4984**	**2184**	**3654**	**3710**	**1022**	**5110**	**4522**	**2786**	**2758**	**2044**	**2884**	**4746**						