

# Upaya Pemenuhan Permintaan Premix di PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk dengan Perencanaan Agregat

Marco Gunawan<sup>1</sup>

**Abstract:** Premix Plant is a plant in PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk which produces premix for animal feed ingredient. Premix's demand increases approximately 12% a year. Hence, premix plant must prepare the solution to meet their demand. In 2020, premix plant production capacity is not sufficient enough for their demand. Thus, preparation like overtime and adding new shifts are considered for escalating production capacity. On the other hand, there are costs for overtime and adding new shifts. Therefore, aggregate planning is used for deterring overtime hours and when to add new shifts. Aggregate planning concept will be implemented in open solver and ProModel to ease the calculation. The calculation result shows overtime is used until the end of 2020 and new shifts are added in early 2021. This new shift will cause overproduction due to the increase of capacity. Therefore, premix will not be produced in full for a day. The rest of the time will be used to weigh feed additive. That solution will cost nearly Rp 11,152,462,807.50 per five years.

**Keywords:** production capacity; standard time; operation system; premix; aggregate planning; computer simulation

## Pendahuluan

PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk (Japfa) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pakan ternak, pembibitan ayam, dan berbagai olahan protein hewani. Produksi pakan ternak menjadi salah satu kegiatan usaha utama di Japfa sejak tahun 1975 hingga saat ini. Sebanyak 14 unit Japfa yang memproduksi pakan ternak untuk memenuhi permintaan pakan ternak di Indonesia.

Japfa memiliki dua *plant* utama yaitu *plant* komersil dan *breeder*. Selain itu, Japfa juga memiliki *plant* untuk menunjang kegiatan produksi. *Plant* penunjang tersebut seperti *plant* premix. Premix merupakan bahan tambahan yang selanjutnya dimasukkan ke dalam mesin komersil dan *breeder* untuk membuat produk pakan ternak. Kebutuhan premix di Japfa unit Sidoarjo saat ini perlu untuk ditingkatkan. Peningkatan permintaan ini disebabkan karena adanya tuntutan peningkatan target setiap tahun dari masing-masing unit. Selain itu, Japfa unit Sidoarjo memproduksi premix untuk sembilan unit. Sembilan unit ini terdiri dari dua *plant* internal (komersil dan *breeder*) dan tujuh unit eksternal. Unit-unit yang membeli premix di Japfa unit Sidoarjo antara lain unit Surabaya, Makassar, Gedangan, Grobogan, Banjarmasin,

Sragen, dan Jombang. Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak perusahaan, peningkatan permintaan dari kesembilan unit tersebut diasumsikan sebesar 12% per tahun. Peningkatan permintaan tersebut kemudian digunakan untuk menghitung perkiraan permintaan pada tahun-tahun mendatang. Perhitungan perkiraan permintaan tahun-tahun mendatang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Permintaan premix pada tahun 2019 dan perkiraan permintaan premix sampai tahun 2024

Tahun	Permintaan Premix (ton)
2019	6.135,95
2020	6.872,26
2021	7.696,93
2022	8.620,56
2023	9.655,03
2024	10.813,63

Permintaan yang terus meningkat ini perlu menjadi perhatian bagi Japfa unit Sidoarjo. Menurut kepala seksie *plant* premix, *plant*-nya telah bekerja secara maksimal di tahun 2019. Hal ini menimbulkan dugaan bahwa *plant* premix tidak dapat memenuhi permintaan pada tahun berikutnya. Pemenuhan permintaan untuk tahun-tahun mendatang perlu dipersiapkan mulai saat ini. Menurut Rahmadhani *et al.* [1], pemenuhan permintaan dilakukan dengan menggunakan perencanaan agregat. Perencanaan

<sup>1</sup> Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: marco98gunawan@gmail.com

agregat pada penelitian tersebut menggunakan *chase strategy* yang berarti menambahkan atau mengurangi tenaga kerja. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian kali ini memenuhi permintaan premix dengan menggunakan gabungan strategi pada perencanaan agregat. Gabungan strategi tersebut seperti menambah *shift* (*chase strategi*) dan/atau melakukan lembur (*stable workforce*).

### Metode Penelitian

Penelitian kali ini akan menggunakan beberapa metode untuk memenuhi permintaan premix. Pemenuhan permintaan premix dapat ditentukan dengan membandingkan kapasitas produksi dengan targetnya terlebih dahulu. Oleh sebab itu, diperlukan menghitung kapasitas produksi dengan pengukuran waktu kerja jam henti menurut Freivalds dan Niebel [2].

### Pengukuran Waktu Kerja Jam Henti

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti lebih cocok digunakan terhadap pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*). Teknik pengukuran waktu ini dilakukan dengan mengumpulkan data waktu suatu operasi dengan menggunakan bantuan jam henti (*stopwatch*). Pengukuran data waktu ini perlu memperhatikan beberapa hal seperti, pemilihan tenaga kerja yang hendak diukur dan posisi pengambilan data waktu. Tenaga kerja yang dipilih haruslah seseorang yang sudah terlatih dalam melakukan pekerjaannya. Terlatih yang dimaksud apabila tenaga kerja tersebut dapat bekerja secara konsisten dan sistematis. Tenaga kerja yang dipilih tidak harus yang paling andal, karena nantinya akan ada penyesuaian *performance rating* dan *allowance* agar didapatkan waktu baku.

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah posisi dari pengukur data waktu dalam mengukur waktu. Pengukur sebaiknya berdiri dalam melakukan pengukuran. Posisi berdiri dapat memudahkan pengukur untuk mengikuti gerak tenaga kerja yang diukur. Selain itu, jarak pengukuran tidak disarankan terlalu dekat. Hal ini dapat membuat tenaga kerja yang diukur bekerja tidak konsisten karena canggung atau takut. Jarak pengukuran yang baik kurang lebih dua meter dari tenaga kerja. Data-data waktu yang diukur tersebut kemudian perlu untuk diuji lebih lanjut. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data-data waktu yang diukur telah berdistribusi normal, seragam, dan cukup. Setelah itu, data-data tersebut perlu memperhatikan *performance rating* untuk mendapatkan waktu normal.

### Performance Rating

*Performance* dari tenaga kerja dapat bervariasi satu tenaga kerja dengan yang lain. Tenaga kerja terkadang ada yang bekerja terlalu cepat dan ada yang bekerja terlalu lambat. Oleh sebab itu, diperlukannya *performance rating* yang dapat digunakan untuk menyesuaikan waktu pengukuran agar menjadi waktu normal. Waktu normal dapat diperoleh dengan mengalikan rata-rata dari data waktu pengukuran (waktu siklus) dengan faktor penyesuaian P. Tenaga kerja dinilai bekerja terlalu cepat apabila P lebih besar dari 1, operator bekerja terlalu lambat apabila P lebih kecil dari 1, operator bekerja secara normal apabila P sama dengan 1. Nilai dari P sendiri dapat dicari melalui tabel sistem *Westinghouse*. *Westinghouse Electric Corporation* memperkenalkan tabel perhitungan *performance rating* menilai *performance* tenaga kerja berdasarkan empat faktor. Empat faktor tersebut adalah *skill*, *effort*, *condition*, dan *consistency* yang kemudian akan diberi nilai masing-masing.

### Allowance

Waktu normal digunakan untuk menunjukkan bahwa operator bekerja menyelesaikan pekerjaannya dengan tempo kerja yang normal. Operator tidak dapat bekerja secara terus menerus, maka dari itu dibutuhkan kelonggaran untuk menentukan waktu baku. Perhitungan kelonggaran dapat dibantu dengan tabel kelonggaran milik *International Labour Office* (ILO). Tabel kelonggaran milik ILO dapat dilihat pada Secara garis besar, tabel kelonggaran ILO terdiri dari *constant allowance* dan *variable allowance*.

### Perencanaan Agregat

Chopra dan Meindl [3] mengatakan perencanaan agregat merupakan proses yang dilakukan untuk menentukan perencanaan tingkatan dari kapasitas, produksi, subkontrak, persediaan, stok, dan biaya selama jangka waktu tertentu. Tujuan dari perencanaan agregat untuk mencari kombinasi optimal untuk meminimalkan biaya dan memenuhi permintaan. Pencapaian tujuan tersebut juga tergantung dengan parameter-parameter yang biasa digunakan di perencanaan agregat. Parameter tersebut antara lain, *production rate*, *workforce*, *overtime*, *capacity*, *subcontract*, *backlog*, dan *inventory on hand*. Parameter kemudian dapat disesuaikan dengan kondisi yang ada di lapangan dalam menghitung tujuan perencanaan agregat. Perhitungan tujuan perencanaan agregat dapat dilakukan dengan beberapa strategi. Strategi dalam perencanaan agregat tersebut antara lain, *chase*, *stable workforce*, dan *level strategy*. *Chase strategy*

merupakan strategi yang memenuhi permintaan dengan cara memecat dan merekrut tenaga kerja. *Stable work force strategy* merupakan strategi yang memenuhi permintaan dengan cara mengatur waktu produksi. *Level strategy* merupakan strategi yang memenuhi permintaan dengan cara mengatur jumlah persediaan (*order backlogs*).

Strategi di atas dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa teknik. Teknik-teknik tersebut antara lain *cut and try*, *transportation model*, dan *linear programming*. Teknik *cut and try* dilakukan dengan mencoba satu per satu strategi di atas untuk mendapatkan strategi dengan biaya terendah. Di sisi lain, teknik *transportation model* dan *linear programming* merupakan teknik yang dapat menggabungkan ketiga strategi di atas. Penyusunan teknik *transportation model* dan *linear programming* memiliki konsep yang sama. Konsep tersebut menentukan jumlah produksi dengan strategi apapun untuk memenuhi permintaan, tidak melebihi kapasitas, dan mendapatkan biaya terendah.

### Simulasi

Menurut Law [4], simulasi merupakan penggambaran dari sistem dinamis menggunakan model untuk mengevaluasi dan meningkatkan performa sistem. Pelaksanaan simulasi ini dilakukan untuk menghindari biaya yang mahal dan menghemat waktu dalam mengambil suatu keputusan. ProModel merupakan salah satu *software* yang dapat digunakan untuk membantu melakukan simulasi. ProModel memiliki beberapa elemen-elemen dasar yang penting antara lain, *locations*, *entities*, *arrivals*, dan *processing*.

*Locations* merupakan suatu tempat yang menggambarkan suatu *entities* diproses. Proses tersebut dapat berupa menunggu, menggabungkan, memisahkan, membelah, dan lain-lain. *Locations* juga memiliki kapasitas untuk menentukan banyak *entities* yang dapat masuk. Selanjutnya, *entities* merupakan sesuatu yang mengalami proses dalam sistem. Setelah itu, *arrivals* merupakan kedatangan dari *entities*. Kedatangan ini dapat diatur dari segi banyak *entities* yang masuk, frekuensi masuk, dan yang mana *entities* itu masuk pertama kali. Terakhir, *processing* secara garis besar terbagi menjadi dua yaitu proses dan *routing*. Proses merupakan kegiatan untuk melakukan sesuatu terhadap *entities* dalam suatu *location* dan *routing* memberikan arah *entities* menuju ke *location* selanjutnya. Selama dalam proses dan *routing*, *entities* dapat diberi instruksi seperti menunggu, menggabung, dan lain-lain. Proses menunggu ini juga dapat dilakukan dengan menggunakan

distribusi. Sebagai contoh, untuk menginstruksikan *entities* menunggu dapat diketikkan “wait  $N(a,b)$  sec”, yang mana “a” merupakan rata-rata waktu dan “b” merupakan standar deviasinya.

### Verifikasi dan Validasi

Menurut Law [4], verifikasi merupakan sebuah proses yang dilakukan untuk mengetahui apakah model simulasi yang telah berjalan sesuai dengan yang dikehendaki atau tidak. Proses verifikasi dapat dilakukan dengan cara menambahkan atau mengurangi waktu *arrival entity*. Hal ini dilakukan untuk melihat apakah model telah berjalan sesuai logika. Sebagai contoh, penambahan waktu *arrival entity* secara logika akan menambah *output*. *Output* dari model yang dinaikan ini justru malah semakin sedikit, sehingga dapat dikatakan model belum lolos uji verifikasi.

Validasi merupakan proses yang dilakukan untuk mengetahui apakah model simulasi yang dibuat telah benar-benar menyerupai keadaan asli atau tidak. Sebuah model dikatakan valid ketika model simulasi yang dibuat telah tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap keadaan nyatanya. Validasi dapat dilakukan dengan uji *two sample t-test* terhadap data pada model dengan aktual.

## Hasil dan Pembahasan

### Perhitungan Waktu Baku

Waktu siklus secara sederhana merupakan waktu rata-rata dari suatu proses. Sebagai contoh, waktu siklus untuk mengetap sebesar 23,21 detik. Waktu siklus tersebut kemudian akan diubah menjadi waktu normal. Waktu normal didapatkan dengan mengalikan waktu siklus dengan faktor penyesuaian P. Sebagai contoh, untuk proses mengetap memiliki waktu siklus sebesar 23,21 detik dan faktor penyesuaian P sebesar 1,21. Hasil dari perkaliannya sebesar 28,08 detik sehingga waktu normal dari mengetap sebesar 28,08 detik.

Waktu normal yang memperhatikan kelonggaran atau *allowance* dapat disebut sebagai waktu baku. Pemberian *allowance* ini dapat diberikan berdasarkan kondisi yang ada di tempat kerja. Sebagai contoh, untuk perhitungan waktu baku mengetap yang memiliki waktu normal 28,08 detik. *Allowance* dari mengetap sebesar 13 dan didapatkan waktu baku sebesar 31,74 detik/karung. Hasil di atas merupakan waktu baku untuk mengetap satu karung. Perhitungan kemudian dilanjutkan untuk semua proses. Hasil dari seluruh perhitungan waktu baku dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2.** Perhitungan waktu baku proses *intake-hopper below layer* (detik)

	<i>Intake</i>	<i>Dosing</i> (200)	<i>Dosing</i> (300)	<i>Dosing</i> (400)	<i>Dosing</i> (500)	<i>Aptech</i>	<i>Mixing</i>	<i>Hopper Below Layer</i>
Waktu Siklus	344,79	272,63	350,08	362,73	413,16	797,97	150,00	145,33
Waktu Normal	382,71	272,63	350,08	362,73	413,16	797,97	150,00	145,33
Waktu Baku	497,00	272,63	350,08	362,73	413,16	797,97	150,00	145,33

**Tabel 3.** Perhitungan waktu baku proses mengetap-menata (detik)

	Mengetap	Memasukkan FA	Menimbang Teliti	Menjahit (orang)	Menjahit (mesin)	Menata
Waktu Siklus	23,21	10,42	12,99	6,12	5,14	3,62
Waktu Normal	28,08	12,82	15,98	7,95	5,14	4,39
Waktu Baku	31,74	14,74	18,38	8,99	5,14	5,70

### Perhitungan Kapasitas Produksi

Perhitungan kapasitas produksi dapat dilakukan dengan memperhatikan waktu baku terpanjang, waktu yang tersedia, dan total waktu baku pada proses tersebut. Waktu yang tersedia akan dikurangi dengan total waktu baku. Hasil pengurangan tersebut akan dibagi dengan waktu baku terlama. Setelah itu, hasilnya akan ditambah satu dan didapatkan kapasitas produksinya. Sebagai contoh, perhitungan kapasitas produksi untuk premix eksternal dengan *batch* 500 kg. Waktu baku terpanjang yang dimiliki adalah pada proses *aptech* sebesar 47,88 detik. Total waktu baku pada proses tersebut sebesar 186,14 detik. Dari data-data di atas, akan dihitung kapasitas produksi per jamnya (3600 detik) dan menghasilkan kapasitas sebesar 2,16 ton/jam.

Perhitungan di atas selanjutnya akan dilakukan untuk jenis-jenis produksi premix yang lain. Hasil dari kapasitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. Kapasitas yang tertera pada Tabel 4 disajikan dengan satuan ton per jam.

**Tabel 4.** Kapasitas produksi premix

<i>Plant</i>	Berat karung (kg)	<i>Batch</i> (ton/jam)				
		200	300	400	480	500
Eksternal	30	0,87	1,29	1,74	-	2,16
Komersil	30	0,84	1,29	1,71	-	2,16
	15	0,87	1,31	1,65	-	1,65
<i>Breeder</i>	24	-	-	-	2,09	-

Produksi pada *plant* premix ini sangat bergantung dari pesanan yang diterima dari setiap *plant* yang memesan. Hal ini menyebabkan jam produksi premix untuk *plant* eksternal, komersil, dan *breeder* dapat berbeda-beda setiap harinya. *Plant* premix saat ini memiliki dua *shift*. *Shift* pertama bekerja 9 jam/hari mulai dari pukul 07.00 sampai 16.00 sedangkan, *shift* kedua mulai bekerja pukul 12.00

sampai 21.00. Setiap *shift* diberi waktu istirahat selama satu jam. Hal ini membuat *plant* premix bekerja selama 12 jam per hari mulai dari pukul 07.00 sampai 21.00 dengan dua jam istirahat. *Batch* yang diproduksi di *plant* premix juga bermacam-macam tergantung dari pesannya. Penentuan alokasi jam dan alokasi *batch* akan dilakukan dengan memperhatikan data permintaan.

Jam produksi premix untuk *plant* eksternal, komersil, dan *breeder* dapat berbeda-beda setiap harinya. Tabel 5 menjelaskan persentase perbandingan permintaan dari setiap *plant* yang memesan premix.

**Tabel 5.** Perhitungan jam produksi premix

<i>Plant</i>	Berat karung (kg)	Persentase permintaan (%)	Jam produksi (jam/hari)
Eksternal	30	61,82	7,42
Komersil	30	18,66	2,24
Komersil	15	11,34	1,36
<i>Breeder</i>	24	8,18	0,98

Persentase tersebut akan dikalikan dengan jam kerja efektif *plant* premix selama 12 jam. Hasil dari perkalian tersebut menjadi acuan dalam perhitungan jam pengerjaan untuk premix berdasarkan *plant* yang memesan. Tabel 5 menunjukkan bahwa produksi premix untuk eksternal dilakukan selama 7,42 jam, komersil 3,6 jam, dan *breeder* 0,98 jam. Pengalokasian premix berdasarkan *batch* ini dilakukan dengan memperhatikan data permintaan masa lalu. Perhitungan persentase *batch* yang diproduksi akan dicari berdasarkan berat per karung dan tujuan produksi premix. Hasil persentase berdasarkan data permintaan masa lalu dapat dilihat pada Tabel 6.

Perhitungan kapasitas produksi dapat dilakukan dengan mengalikan kapasitas produksi (Tabel 4) dengan alokasi *batch* (Tabel 6) yang ada. Hasil dari

**Tabel 6.** Persentase permintaan premix dalam *batch*

<i>Plant</i>	Berat karung (kg)	Persentase permintaan per <i>batch</i> (%)				
		200	300	400	480	500
Eksternal	30	2,4	7,7	19,4	-	70,6
Komersil	30	12,9	25,8	24,4	-	36,9
Komersil	15	29,0	31,1	37,2	-	2,7
<i>Breeder</i>	24	-	-	-	100	-

kapasitas produksi tersebut kemudian dikalikan dengan jam kerja yang ada pada Tabel 5. Perkalian tersebut akan memunculkan kapasitas produksi dalam satu hari berdasarkan perhitungan. Perhitungan tersebut dapat disimpulkan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Perhitungan kapasitas premix per hari

<i>Plant</i>	Kapasitas (ton/jam)	Jam produksi (jam/hari)	Kapasitas (ton/hari)
Eksternal	1,95	7,42	14,48
Komersil	1,45	3,60	5,22
<i>Breeder</i>	2,09	0,98	2,05
Total	5,49	12,00	21,76

Kapasitas produksi yang dimiliki oleh *plant* premix adalah 21,76 ton/hari. Selanjutnya, perlu dicari target per hari untuk mengetahui perbandingan target dengan kapasitas. Peningkatan permintaan pada Tabel 1 untuk tahun-tahun mendatang kemudian akan dibandingkan dengan kapasitas produksi dari *plant* premix. Perhitungan target dilakukan dengan membagi perkiraan permintaan dengan hari kerja pada tahun tersebut. Sebagai contoh, perhitungan untuk tahun 2020-2024 dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Perkiraan target produksi premix tahun 2020-2024

Tahun	Permintaan premix (ton)	Hari	Target premix (ton/hari)
2020	6.872,26	248	27,71
2021	7.696,93	247	31,16
2022	8.620,56	247	34,90
2023	9.655,03	250	38,62
2024	10.813,63	247	43,78

Target sudah tidak dapat dipenuhi untuk bulan Januari tahun 2020 dengan perhitungan tanpa adanya lembur. Target tahun 2020 sebesar 27,71 ton/hari yang berarti lebih besar dari kapasitas

produksi yang ada sebesar 21,76 ton/jam. Oleh sebab itu, perlu adanya usaha untuk meningkatkan kapasitas produksi agar dapat memenuhi permintaan mendatang.

**Perencanaan Agregat**

Perencanaan usulan ini berfokus untuk mencari upaya dalam meningkatkan kapasitas produksi premix. Perencanaan tersebut akan dianalisis setiap kelebihan dan kekurangannya. Usulan ini menentukan penggunaan lembur dan penambahan *shift* dengan menggunakan konsep perencanaan agregat. Perencanaan agregat ini akan dilakukan dengan menggunakan bantuan *Open Solver* di Microsoft Excel. Kondisi yang ada di *plant* premix akan disederhanakan ke dalam bentuk matematis. Model matematis tersebut tentunya memerlukan parameter, variabel, fungsi tujuan, dan konstrain yang diperlukan.

**Variabel dan Parameter**

Variabel yang digunakan dalam model matematis kali ini sebanyak empat variabel. Variabel tersebut antara lain,  $R_i$  (tonase yang diproduksi pada waktu reguler (12 jam)),  $X_i$  = tonase pada waktu lembur (3 jam) setelah jam kerja reguler,  $Y_i$  = tonase pada waktu lembur pada hari libur, Sabtu, atau Minggu,  $Z_i$  = tonase yang diproduksi ketika ada *shift* baru.

Variabel di atas memiliki arti tonase yang diproduksi pada periode ke- $i$ . Periode ( $i$ ) pada model ini sebanyak 60 yang terbagi secara bulanan. Hal ini berarti model ini melakukan perhitungan selama 60 bulan atau 5 tahun mendatang. Selain variabel, terdapat parameter yang digunakan dalam model matematis ini. Parameter tersebut antara lain,  $CR_i$  (kapasitas tonase pada produksi reguler),  $CX_i$  (kapasitas tonase pada waktu lembur (3 jam) setelah jam kerja reguler),  $CY_i$  (kapasitas tonase pada waktu lembur di hari libur, Sabtu, atau Minggu),  $CZ_i$  (kapasitas tonase ketika ada penambahan *shift*),  $D_i$  (permintaan setiap periode ke- $i$ ),  $PR_i$  (biaya waktu reguler pada periode ke- $i$ ),  $PX_i$  (biaya waktu lembur setelah waktu reguler periode ke- $i$ ),  $PY_i$  (biaya waktu lembur di hari libur, Sabtu, dan Minggu pada periode ke- $i$ ),  $PZ_i$  (biaya penambahan *shift* pada periode ke- $i$ ).

Kapasitas variabel pada periode ke- $i$  ini dihitung dengan memperhatikan aktual dengan jumlah hari tanpa lembur pada periode ke- $i$ . Hari tanpa lembur ini merupakan hari kerja reguler tidak termasuk hari libur nasional dan hari Sabtu atau Minggu. Sedangkan, permintaan setiap periode dapat dilihat pada Tabel 1. Selanjutnya, biaya variabel setiap variabel perlu memperhatikan beberapa hal.

Perhitungan biaya perlu memperhatikan jumlah tenaga kerja dan upah bulanan. Jumlah tenaga kerja untuk produksi premix saat ini sebanyak 20 tenaga kerja. Pembagian tenaga kerja tersebut terdiri dari *shift* 1 (4 *intake*, 2 *dosing*, 4 *bagging*, 1 operator *forklift*, 1 koordinator dan SAP *shift*) dan *shift* 2 (2 *dosing*, 4 *bagging*, 1 operator *forklift*, 1 koordinator dan SAP *shift*).

Selain jumlah tenaga kerja, upah bulanan pada model ini akan mengacu pada Upah Minimum Kerja (UMK) daerah Sidoarjo sebesar Rp 4.580.000,00 per bulan. Upah ini diasumsikan akan naik sebesar 8,51% per tahun atau setiap 12 periode. Hal ini yang membuat biaya tiap periode akan berbeda-beda. Asumsi-asumsi tersebut kemudian menjadi dasar perhitungan biaya-biaya. Biaya reguler didapatkan dari perkalian 20 tenaga kerja dengan UMK pada periode tersebut. Biaya lembur terbagi menjadi dua, yaitu lembur yang melanjutkan produksi dengan lembur pada hari libur dan hari Sabtu atau Minggu. Perbedaan ini terdapat pada jumlah tenaga kerja. Jumlah tenaga kerja untuk lembur yang tinggal melanjutkan produksi sebanyak 8 orang sedangkan untuk lembur di hari libur dan akhir pekan sebanyak 12 orang (4 orang untuk melakukan *intake*). Terakhir, biaya penambahan *shift* dilakukan dengan mengalikan 12 tenaga kerja tambahan dengan UMK periode ke-*i*. Tenaga kerja tambahan ini terdiri dari 4 orang *intake*, 2 *dosing*, 4 *bagging*, 1 operator *forklift*, dan 1 koordinator dan SAP *shift*. Pengaturan tenaga kerja untuk *intake* ketika *shift* ketiga perlu untuk diatur lebih lagi. Menurut Kepala Sub Departemen Produksi, pengaturan jam kerja akan mengacu pada jam kerja *intake* pada *plant breeder*. Empat tenaga kerja *intake* akan bekerja dari pukul 10.00-18.00 dan empat orang tambahan akan bekerja dari pukul 23.00-07.00.

### Model Matematis

Fungsi tujuan untuk model matematis kali ini dapat dilihat dari segi biayanya yang terendah. Biaya ini terpengaruh oleh variabel (ton) dan parameter (Rp per ton). Oleh sebab itu dapat dirumuskan fungsi tujuan untuk model matematis kali ini seperti,

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{60} [(R_i \times PR_i) + (X_i \times PX_i) + (Y_i \times PY_i) + (Z_i \times PZ_i)] \quad (1)$$

Konstrain-konstrain pada model matematis kali ini memiliki beberapa fungsi. Fungsi tersebut antara lain, membatasi agar variabel tidak melebihi kapasitas pada periode tertentu dan pemenuhan permintaan pada periode tertentu. Konstrain-

konstrain tersebut dapat dirumuskan seperti,

$$\begin{aligned} R_i &= CR_i \\ X_i &\leq CX_i \\ Y_i &\leq CY_i \\ Z_i &\leq CZ_i \\ R_i + X_i + Y_i + Z_i &= D_i \\ R_i + X_i + Y_i + Z_i &\leq CR_i + CY_i + CZ_i \\ X_i + Z_i &\leq CZ_i \\ R_i, X_i, Y_i, Z_i &\geq 0 \end{aligned}$$

Konstrain pertama berguna agar pada periode *i*, tonase yang diproduksi pada waktu reguler dapat semaksimal mungkin atau sama dengan kapasitasnya. Sedangkan, konstrain kedua sampai keempat merupakan konstrain yang berguna untuk membatasi tonase yang diproduksi tidak melebihi kapasitasnya. Di sisi lain, konstrain kelima merupakan konstrain untuk pemenuhan permintaan pada periode ke-*i*. Konstrain keenam merupakan konstrain untuk membatasi jumlah tonase tidak melebihi kapasitas dalam satu bulan. Kapasitas dalam satu bulan dapat diartikan dalam satu bulan bekerja secara penuh. Kapasitas secara penuh ini terdiri dari hari biasa ditambah hari *shift* (24 jam/hari) ditambah hari Sabtu, Minggu, dan Libur (8 jam/hari). Konstrain ketujuh merupakan konstrain yang digunakan agar lembur di hari biasa tidak dapat dilakukan apabila penambahan *shift* telah dilakukan. Konstrain yang terakhir merupakan konstrain yang membuat semua variabel harus positif atau sama dengan nol.

### Hasil Perhitungan

Hasil dari perhitungan menggunakan *open solver* ini membantu untuk menghitung berdasarkan model matematis yang telah disusun. Penyesuaian perlu dilakukan ketika *open solver* telah mengeluarkan hasil. Hasil dari *open solver* merupakan hasil dalam bentuk tonase yang harus dihasilkan pada waktu lembur. Tonase tersebut perlu dikonversikan dalam hari untuk mengetahui jumlah hari yang dibutuhkan untuk memproduksi tonase tersebut. Konversi dilakukan dengan membagi angka-angka tersebut dengan kapasitas (dengan memasukan perhitungan 92,1%). Sebagai contoh, waktu reguler pada tahun 2020 memerlukan produksi sebanyak 4970 tonase. Perhitungan untuk mencari jumlah hari yang dibutuhkan seperti,  $4970 \text{ ton} / (21,76 \text{ ton/hari} \times 0,921) = 248 \text{ hari/tahun}$ . Hal ini berarti pada tahun 2020 memerlukan produksi untuk waktu reguler selama 248 hari. Hasil dari perhitungan keseluruhan konversi dapat dilihat pada Tabel 9.

Penambahan *shift* di tahun 2021-2023 akan memunculkan kelebihan produksi. Kelebihan produksi ini terjadi karena penambahan kapasitas

**Tabel 9.** Kebutuhan jumlah hari produksi premix tahun 2020-2024

Tahun	Reguler (hari)	Lembur reguler (jam)	Lembur akhir pekan & libur (hari)	Shift (hari)
2020	248	599	63	-
2021	247	-	5	247
2022	247	-	9	247
2023	250	-	5	250
2024	247	-	72	247

produksi menjadi dua kali lipat ketika ditambahkan *shift* baru. Akibat dari kelebihan produksi ini membuat pekerja pada *shift* ketiga tidak bekerja sesuai waktu yang ada (8 jam/hari). Perhitungan perlu dilakukan untuk mengetahui kelebihan jam per hari dalam satu tahun. Sebagai contoh, perhitungan kelebihan jam untuk tahun 2021. Tahun 2021 memiliki permintaan sebanyak 7.696,93 ton/tahun dan hasil produksi dengan dua *shift* sebesar 9.940,42 ton/tahun. Kelebihan produksi tahun 2021 sebesar 2.243,48 ton/tahun. Kelebihan ton/tahun tersebut akan dibagi dengan hasil produksi sebesar 21,76\*0,921 ton/hari. Pembagian tersebut akan menghasilkan jumlah kelebihan hari per tahun sebesar 112 hari/tahun. Kelebihan hari tersebut kemudian akan dikalikan dengan 12\*0,921 jam /hari dan dibagi dengan 247 hari/tahun. Hasil dari perhitungan tersebut akan memunculkan kelebihan jam/hari pada tahun 2020. Kelebihan tersebut sebesar 5 jam/hari untuk tahun 2020. Kelebihan jam produksi lainnya untuk tahun 2021 lebih sebesar 3 jam dan tahun 2023 lebih 1 jam.

Penambahan *shift* ini akan mengganti jam produksi di *plant* premix. *Shift* pertama akan mulai dari pukul 07.00-15.00, *shift* kedua mulai pukul 15.00-23.00, sedangkan *shift* ketiga bekerja mulai pukul 23.00-07.00. Penambahan *shift* ini memang menghasilkan kelebihan jam produksi, tetapi masih menghasilkan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan melakukan lembur saja. Pembuktian perhitungan dilakukan apabila dari tahun 2020-2024 memenuhi permintaan dengan melakukan lembur saja. Hasil dari perhitungan mengeluarkan perkiraan biaya sebesar Rp 13.681.084.610,16 selama lima tahun. Pembuktian lain juga dilakukan apabila pada tahun 2020 sampai 2024 menggunakan lembur. Perkiraan biaya untuk penggunaan lembur dari tahun 2020-2024 sekitar Rp 11.204.850.586,75 selama lima tahun. Biaya-biaya tersebut lebih tinggi apabila dibandingkan dengan strategi penggunaan *shift* dan lembur ini. Perkiraan biaya yang dikeluarkan untuk

pengaturan lembur dan *shift* seperti di atas sekitar Rp 11.152.462.807,50 selama lima tahun. Selanjutnya, kelebihan jam produksi ini dapat digunakan untuk melakukan kegiatan lain. Kelebihan jam produksi premix bisa untuk mengatasi kekurangan sumber daya di bagian *feed additive*. Pertimbangan lain penambahan *shift* ini untuk melatih tenaga kerja baru di dalam ruang produksi. Pengaturan ini selanjutnya akan disimulasikan untuk memperkirakan hasil setelah adanya lembur atau penambahan *shift*.

### Simulasi

Simulasi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengimplementasikan perkiraan hasil perencanaan usulan. Perbedaan penggunaan simulasi dengan perhitungan kapasitas terletak pada waktu yang digunakan. Kapasitas produksi menggunakan waktu baku dalam perhitungannya. Waktu baku tersebut telah terdiri dari *performance rating* dan *allowance*. Berbeda dengan perhitungan kapasitas produksi, simulasi menggunakan waktu siklus. Waktu siklus tersebut kemudian dibangun distribusinya dan dimasukkan ke dalam model. Pembuatan simulasi ini akan dilakukan dengan menggunakan ProModel 2011. Model untuk simulasi ini harus dirancang sebaik mungkin agar dapat memberi gambaran sesuai situasi nyata.

### Hasil Simulasi

Pelaksanaan model simulasi selanjutnya dilakukan untuk menyimulasikan usulan. Penyimulasian usulan ini akan menyesuaikan dengan rencana pelaksanaan lembur dan penambahan *shift* seperti pada Tabel 9. Jumlah jam untuk hari reguler, hari lembur, dan hari penambahan *shift* berbeda. Hari reguler berlangsung selama 12 jam/hari, hari lembur 15 jam/hari, lembur pada akhir pekan/libur 8 jam/hari dan penambahan *shift*. Perbedaan jam ini yang kemudian akan disimulasikan menggunakan ProModel untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

Model yang telah dirancang kemudian akan dijalankan dengan mengganti waktu produksi dan hari produksi. Waktu produksi premix akan diatur pada *Run Time* sedangkan, hari produksi akan diatur pada *Number of Replication*. Hasil yang keluar pada *Output Viewer* kemudian akan dibandingkan dengan permintaan pada tahun tersebut.

Hasil dari ProModel tersebut menunjukkan bahwa permintaan dapat dipenuhi setiap tahun. Permintaan ini dipenuhi dengan melakukan lembur di hari biasa (15 jam/hari) selama 217 hari. Produksi

yang dilakukan selama 12 jam/hari dilakukan sebanyak 31 hari di hari biasa dan produksi 8 jam/hari dilakukan sebanyak 63 hari di hari Sabtu, Minggu, atau libur. Penambahan *shift* dilakukan dari tahun 2021 sampai 2024. Penambahan *shift* ini perlu ditambahkan lembur di hari Sabtu, Minggu, dan libur untuk bulan Mei. Bulan Mei merupakan bulan yang memiliki banyak hari libur, sehingga perlu dilakukan lembur. Hasil ini telah dikonsultasikan dengan pihak perusahaan dan usulan ini layak untuk diterapkan.

Penambahan *shift* ini kemudian perlu juga memperhatikan pertimbangan perusahaan. Kelebihan jam produksi akan terjadi pada tahun 2021-2023 apabila dilakukan penambahan *shift*. Sebagai contoh, tenaga kerja dapat bekerja dari pukul 07.00-02.00 pada tahun 2021. Hal ini menurut pihak perusahaan tidak dapat dilakukan. Tenaga kerja yang pulang atau pergi pukul 02.00 akan berbahaya bagi keamanan tenaga kerja tersebut. Oleh sebab itu, pengaturan jam kerja tetap dilakukan selama 24 jam. Pertimbangan penambahan *shift* dilakukan pada tahun 2021 juga mengacu kepada masalah kesehatan. Kondisi perusahaan tidak memungkinkan untuk menarik tenaga kerja lagi pada tahun 2020. Hal ini disebabkan karena adanya pandemi COVID-19 yang melarang pertemuan untuk orang banyak. Oleh sebab itu, diusulkan untuk menambah tenaga kerja pada tahun 2021.

### Simpulan

Perencanaan usulan dilakukan dengan menggunakan konsep perencanaan agregat. Hasil dari perencanaan agregat adalah melakukan

lembur sampai tahun 2020 dan memulai menambah *shift* pada awal tahun 2021. Perencanaan ini akan mengakibatkan kelebihan produksi pada tahun 2021-2024. Kelebihan produksi ini dapat diatasi dengan menambah *shift*. Jam kerja *shift* diatur seperti 07.00-15.00, 15.00-23.00, dan 23.00-07.00 setiap hari. Setiap tahun, pengerjaan premix tidak membutuhkan waktu penuh dalam satu hari. Sisa waktu setiap harinya dapat diganti dengan melakukan kegiatan lain seperti menimbang *feed additive*. Perimbangan lain penambahan *shift* ini dipilih karena menghasilkan biaya yang lebih kecil dibandingkan dengan melakukan lembur. Selain itu, waktu dapat digunakan untuk melatih tenaga kerja baru di ruang produksi. Penambahan *shift* ini membutuhkan tenaga kerja baru sebanyak 12 orang yang terdiri dari empat orang di *intake*, 2 orang di *dosing*, 4 orang di *bagging*, 1 operator *forklift*, dan 1 koordinator *shift* dan SAP. Perencanaan usulan ini diperkirakan menghabiskan biaya sebesar Rp 11.152.462.807,50 selama lima tahun.

### Daftar Pustaka

1. Rahmadhani, A., Rahman, A., and Tantrika, C.F.M, Perencanaan Agregat *Chase Strategy* Dengan Analisis Kebutuhan Operator Dan Sesuai Fluktuasi Permintaan Rokok, *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri Teknik Industri Universitas Brawijaya*, 2(6), 2014, pp. 1192-1202.
2. Freivalds, A., and Niebel, B. W., *Niebel's Methods, Standards, and Work Design*, 13<sup>th</sup> ed, McGraw-Hill Education, New York, 2014.
3. Chopra, S., and Meindl, P., *Operations Management*, 10<sup>th</sup> ed, Pearson, New Jersey, 2011.
4. Law, A. M., *Simulation Modeling and Analysis*, 5<sup>th</sup> ed, Mc-Graw-Hill, New York, 2015