

TRANSFORMASI MANUAL SCHEDULING KE AUTOMATIC SCHEDULING

¹⁾ Juki Bodi Sembada*, ²⁾ Muhammad Khaidir Husain, ³⁾ Mutiara Andini,
⁴⁾ Arif Hindarto, dan ⁵⁾ Febri Estiadi Prihasto

^{1, 2), 3), 4), 5)} PT ANTAM Tbk – Unit Geomin & Technology Development, Jakarta, Indonesia
*E-mail: juki.sembada@antam.com

ABSTRAK

Era Industri 4.0 mengharuskan perusahaan, termasuk perusahaan tambang seperti PT ANTAM Tbk (ANTAM), untuk melakukan transformasi dari proses manual ke era digital dan otomatisasi yang salah satunya adalah proses penjadwalan penambangan. ANTAM memiliki 4 IUP cadangan bauksit dengan proses penjadwalan penambangan membutuhkan waktu yang lama (> 2 minggu/site). Selain itu, kondisi saat ini yang sangat dinamis dengan perubahan bisnis yang begitu cepat mengakibatkan adanya tuntutan untuk mampu menyediakan perencanaan tambang dengan cepat beserta alternatif rencana untuk optimalisasi skenario bisnis, sehingga Satuan Kerja REE-MRD, Unit Geomin & Technology Development (UGTD) berusaha membuat perencanaan tambang secara cepat dan komprehensif. Metode yang dilakukan adalah dengan perbaikan atau *improvement* yang berkelanjutan melalui *Quality Control Circle* (QCC) dengan melihat aspek *Quality, Delivery, Safety, dan Morale* (QDSM). Hasil dari kajian didapatkan *template blending* dan *scheduling* serta standarisasi penggunaan Minesched sehingga proses penjadwalan tambang dapat dikerjakan dalam waktu 6 hari/site serta dapat dilakukan secara otomatis dan komprehensif.

Kata kunci: Otomatisasi, Blending, Scheduling, Minesched

ABSTRACT

The Industrial Era 4.0 requires companies, including mining companies such as PT ANTAM Tbk, to transform from manual processes to digital and automatization, one of which is the mining scheduling process. ANTAM has 4 IUP reserves for bauxite with a mining schedule that takes a long time (more than 2 weeks/site). In addition, current conditions are very dynamic with rapid business changes resulting in demands to be able to provide mine planning quickly along with alternative plans for optimizing business scenarios, so the Satuan Kerja REE-MRD, Unit Geomin & Technology Development (UGTD) attempted to create a fast and comprehensive mine planning. The method used is continuous improvement through the Quality Control Circle (QCC) by looking at the aspects of Quality, Delivery, Safety, and Morale (QCDSM). The results of the study obtained blending and scheduling templates as well as standardizing the use of Minesched so that the mine scheduling process can be done within 6 days/site and can be done automatically and comprehensively.

Keywords: Automatization, Blending, Scheduling, Minesched

A. PENDAHULUAN

PT ANTAM, Tbk (ANTAM) merupakan perusahaan tambang yang memiliki beberapa komoditas mineral salah satunya bauksit. Dalam melakukan kegiatan penambangan bauksit tentunya perlu dilakukan perencanaan penambangan jangka panjang yang sistematis dan terintegrasi. Selain itu ditambah lagi dengan adanya tantangan di era industri 4.0 yang mengharuskan perusahaan untuk melakukan transformasi dari proses manual ke era serba digital dan otomatis. Transformasi ini penting dilakukan khususnya dalam rangka meningkatkan efisiensi kerja. Untuk itu tantangan dalam melakukan perbaikan (*improvement*) di era ini harus terus dipenuhi.

Kondisi saat ini dengan perubahan bisnis yang cepat berdampak terhadap kegiatan perencanaan penambangan. Perencanaan penambangan ini tentunya dilakukan dengan melalui beberapa tahapan, diantaranya adalah tahapan *blending* dan *scheduling*. *Blending* ini berguna untuk mencapai target pabrik dengan mencampurkan *ore* yang tersebar di area penambangan yang berbeda-beda. Selama ini tahapan *blending* ini dilakukan dengan metode manual, sehingga dibutuhkan waktu 2 minggu hingga 1 bulan dalam menentukan *boundary-boundary* yang tepat untuk dilakukan *blending* di satu *site* penambangan bauksit. Oleh karena itu, perlu adanya transformasi memungkinkan kegiatan perencanaan penambangan hanya dibuat dalam waktu 7 hari hingga 10 hari. Percepatan ini diharapkan dapat lebih efisien dalam waktu pengerjaan dan tenaga sehingga perencanaan penambangan dapat dilakukan secara cepat dan komprehensif.

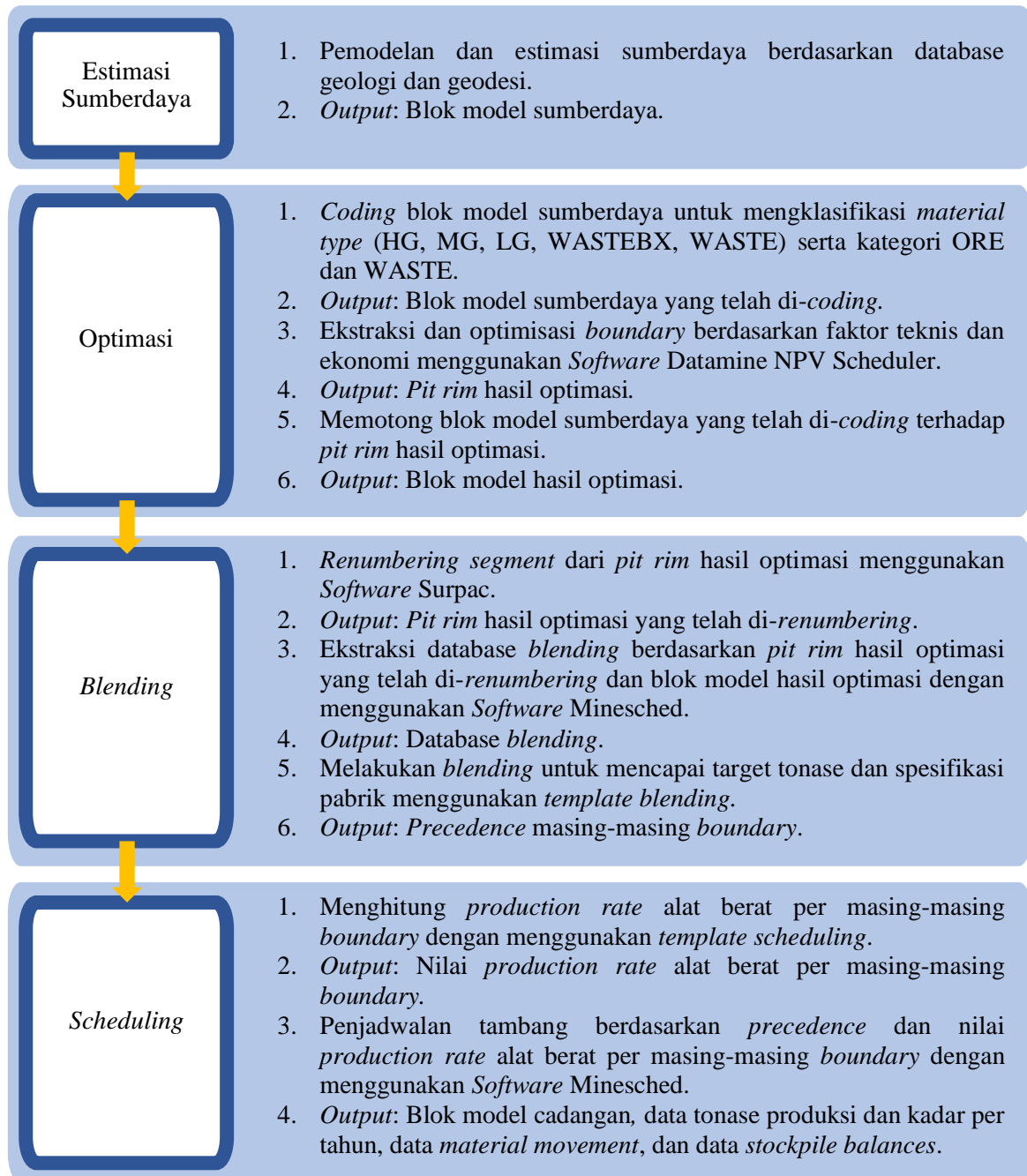
Di dalam kegiatan *scheduling* menggunakan *Software Minesched*, perlu memperhitungkan *production rate* dari masing-masing alat per masing-masing *boundary*. Perhitungan *production rate* dalam kegiatan *scheduling* bauksit selama ini dilakukan dengan penaksiran subjektif, sehingga perlu dilakukan perhitungan dan *running scheduling* berulang kali. Hal inilah yang berdampak kepada lamanya waktu dalam kegiatan *scheduling*. Oleh karena itu, formulasi dalam percepatan kegiatan *scheduling* juga diperlukan. Melalui kajian ini diharapkan masalah-masalah dan lamanya waktu dalam kegiatan *blending* dan *scheduling* dapat terselesaikan, khususnya dalam kegiatan perencanaan penambangan bauksit Mempawah-Toho.

Rencana penambangan bauksit Mempawah-Toho termasuk dalam proyek pembangunan Smelter Grade Alumina Refinery yang di bangun di Mempawah (SGAR Mempawah). Berdasarkan *Timeline Project* SGAR Mempawah kegiatan penambangan akan mulai dilaksanakan pada tahun 2022. Di dalam perencanaan pabrik, terdapat perubahan target spesifikasi terhadap *ore* yang akan dikirimkan ke pabrik. Perubahan target dan spesifikasi pabrik berdampak kepada perencanaan penambangan. Untuk itu perlu dilakukan penyesuaian terhadap cadangan bauksit yang dimiliki ANTAM. Melalui kajian ini, diharapkan penerapan formulasi *blending* dan *scheduling* dapat memenuhi rencana tersebut dengan cepat, tepat, dan mampu menghasilkan beberapa pilihan skenario *blending* dan *scheduling*.

Kajian ini diharapkan mampu menjawab tantangan dengan membuat *improvement* dalam kegiatan perencanaan penambangan yang sistematis, terintegrasi, dan otomatis. *Improvement* ini juga diharapkan mampu memenuhi target perencanaan penambangan yang baru khususnya dalam memenuhi permintaan pabrik SGAR Mempawah, baik dari spesifikasi kadar maupun target tonase per tahun. Optimalisasi sumberdaya yang tersedia diharapkan mampu dilakukan sehingga dapat menyesuaikan dan memenuhi parameter-parameter yang baru. Transformasi kegiatan perencanaan penambangan ini diharapkan dapat mengefisienkan waktu kerja dan tenaga, khususnya dalam kegiatan *blending* dan *scheduling* bauksit Mempawah-Toho.

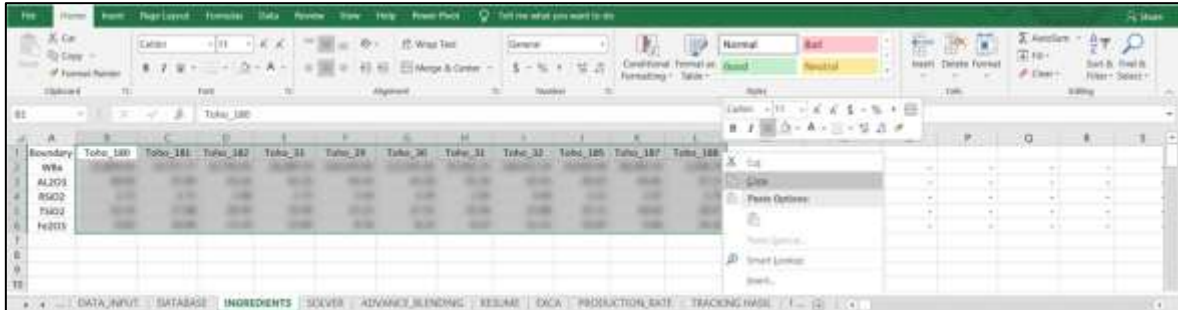
B. METODOLOGI PENELITIAN

Mine scheduling bauksit di Unit Geomin & Technology Development (UGTD) ditangani oleh Satuan Kerja Mine Resources Development – Resource Exploration Engineering (SatKer MRD-REE). *Mine scheduling* ini bertujuan untuk mengatur tata laksana perencanaan penambangan pada proses *mine scheduling*. *Mine scheduling* dilakukan sebagai kajian teknis dalam rangka memenuhi target penambangan berdasarkan sumberdaya yang dimiliki ANTAM. Sebagai bentuk perbaikan, transformasi *mine scheduling* bauksit dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu estimasi sumberdaya, optimasi, *blending*, dan *scheduling*. *Mine scheduling* bauksit dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut.



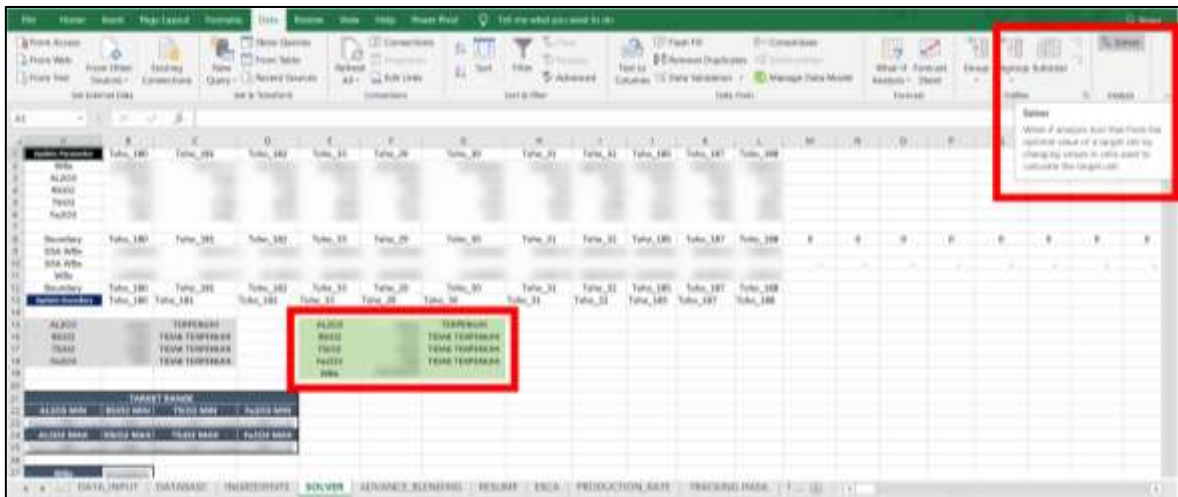
Gambar 1. Diagram tahapan-tahapan dalam transformasi kegiatan *mine scheduling* bauksit.

6. Pada *Sheet* INGREDIENTS, masukkan *boundary-boundary* pada baris 1. Nilai *Wet Bauxite* (WBx) dan kadar akan muncul secara otomatis pada baris-baris selanjutnya. *Sheet* INGREDIENTS ini berguna sebagai data pengumpulan untuk penggunaan Add-ins Solver. Blok data kemudian *copy*.



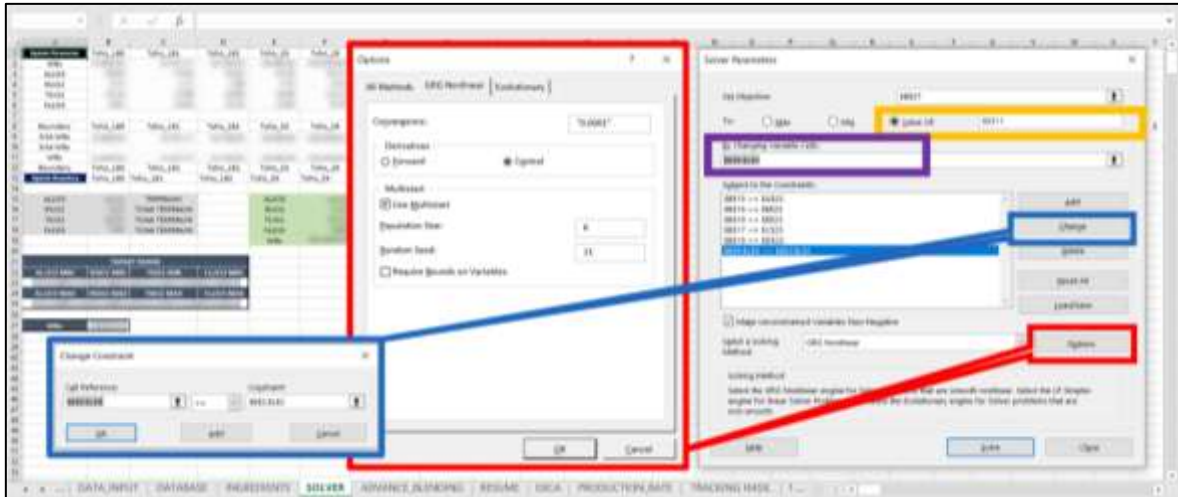
Gambar 6. Penggunaan *Sheet* INGREDIENTS.

7. Pada *Sheet* SOLVER, *paste as value* data dari *Sheet* INGREDIENTS ke kolom dan baris yang sama. Dengan menekan Tombol Update Parameter (berwarna hitam), secara otomatis nilai-nilai dan parameter akan diperbaharui. *Cell* berwarna hijau merupakan parameter-parameter yang dapat dimonitor seiring dengan berjalannya proses penggunaan Solver. Parameter-parameter tersebut dilengkapi dengan status “TERPENUHI” dan “TIDAK TERPENUHI” yang merepresentasikan hasil *blending* dari *boundary-boundary* yang ditentukan. Tombol Update Boundary ini merupakan fungsi *Macro* yang telah dimodifikasi dan disesuaikan untuk mempercepat proses pembaharuan data. Tekan Tab Solver.



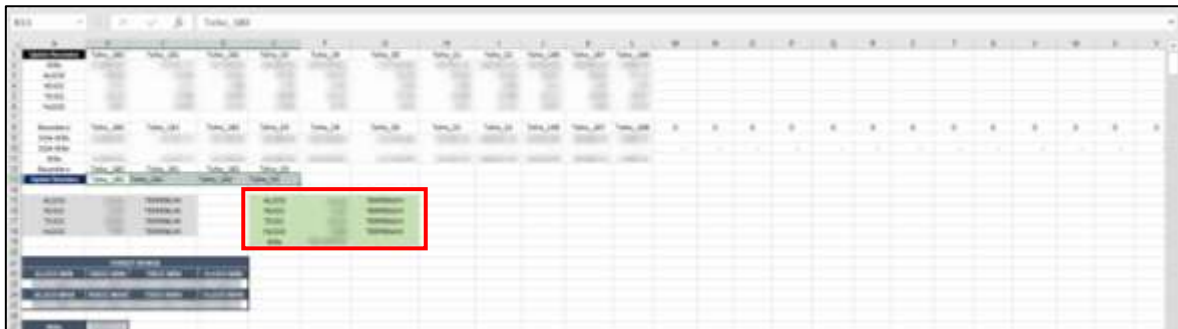
Gambar 7. Penggunaan *Sheet* SOLVER dari data *Sheet* INGREDIENTS.

8. Pada kolom Value of (ditandai dengan kotak *orange*), isi target tonase yang ingin diperoleh dalam satu periode (tahun). Pilih kolom By Changing Variable Cells (ditandai dengan kotak ungu), blok *cell* B9 sampai *cell* L9. Langkah ini disesuaikan pada banyaknya *cell* yang digunakan, semakin banyak *boundary* maka semakin panjang *cell* yang diblok. Kemudian klik Tab Change, ganti Cell Reference sesuai dengan *cell* yang digunakan pada kolom By Changing Variable Cells (B9:L9). Pilih Constraint, blok baris 2 dan kolom yang sama dengan Cell Reference (B2:L2). Klik Options. Pada Tab Random Seed isi jumlah *boundary* yang digunakan. Pada kasus ini terdapat 11 *boundary* yang digunakan untuk penggunaan Solver. Klik OK. Kemudian klik Solve.



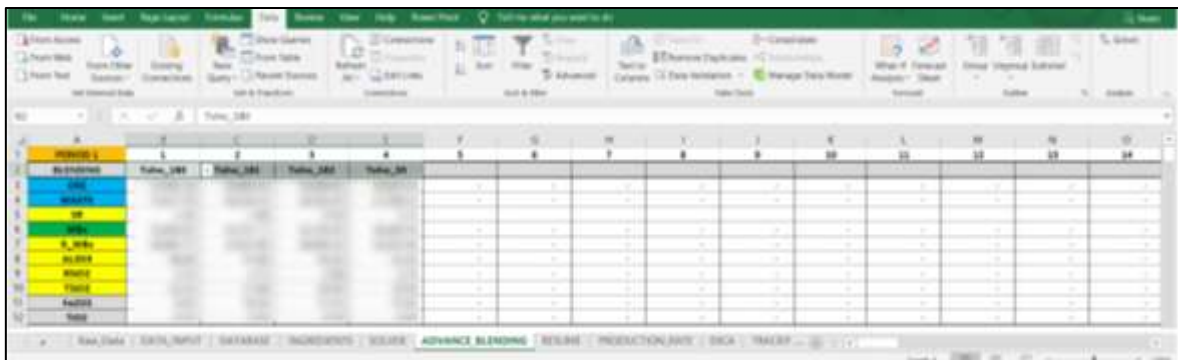
Gambar 8. Pengisian parameter dan *constraint* pada *Sheet* SOLVER.

9. Jika seluruh parameter *Cell* berwarna hijau menunjukkan status “TERPENUHI”, maka *blending* dengan Solver telah berhasil dilakukan. Tekan Tombol Update Parameter (berwarna biru) untuk mendapatkan kombinasi *boundary* terpilih (terdapat di baris 13). Tombol Update Parameter juga merupakan fungsi *Macro*. Kombinasi *boundary* terpilih tersebut adalah *precedence* penambangan yang telah memenuhi target tonase dan kadar pada 1 periode. Blok kombinasi *boundary* tersebut, kemudian *Copy*.



Gambar 9. Hasil penggunaan Solver.

10. Pada *Sheet* ADVANCE_BLENDED, *paste as value* kombinasi *boundary* terpilih ke *cell* *boundary* sesuai dengan periodenya.



Gambar 10. Pengisian *boundary* pada *Sheet* ADVANCE_BLENDED.

11. Pada *Sheet RESUME*, secara otomatis hasil kombinasi *boundary* terpilih akan muncul beserta tonase, kadar, dan statusnya. Bila semua *boundary* telah menunjukkan status “TERPENUHI”, kombinasi *boundary* tersebut telah dapat digunakan sebagai *precedence*.

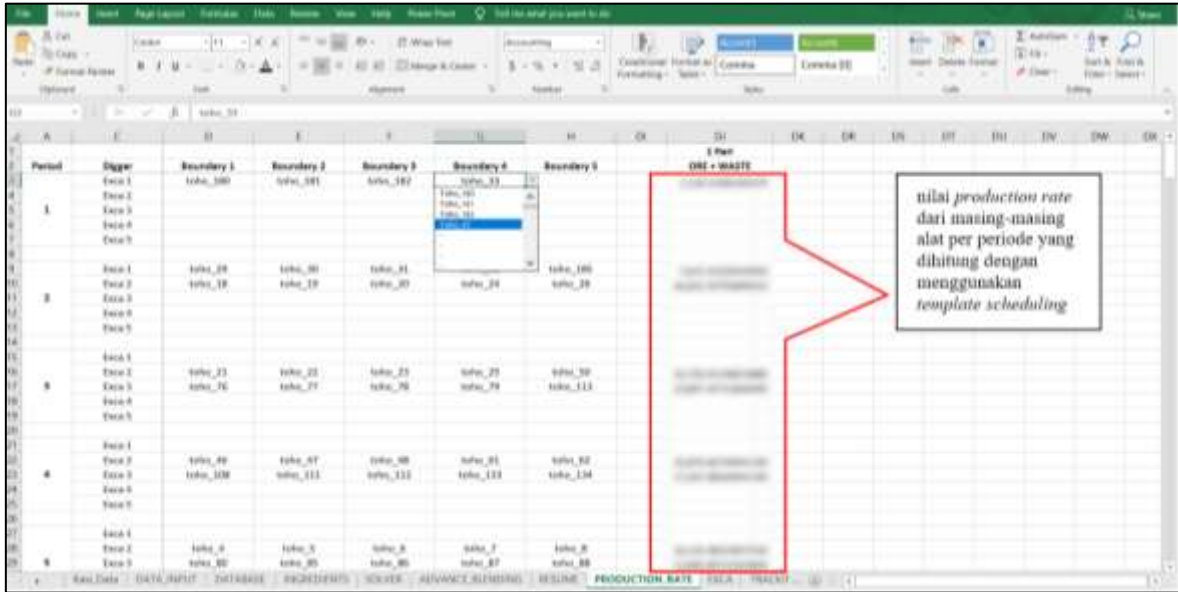
Gambar 11. Hasil kombinasi *boundary* pada *Sheet Resume*.

12. Tab *Precedence* pada Software Minesched disesuaikan dengan hasil kombinasi *boundary* dari *template blending*. *Boundary-boundary* pada periode yang sama diatur sebagai *Predecessor* dan *Successor* yang berkelanjutan (satu *precedence*). Dengan adanya kombinasi *boundary* dari *template blending*, penentuan *precedence* tidak lagi dilakukan dengan cara manual dan berulang-ulang. Sehingga, pekerjaan *blending* dapat dilakukan dengan cepat.

Gambar 12. *Setup precedence* pada Software Minesched dengan menggunakan hasil kombinasi *boundary* dari *template blending*.

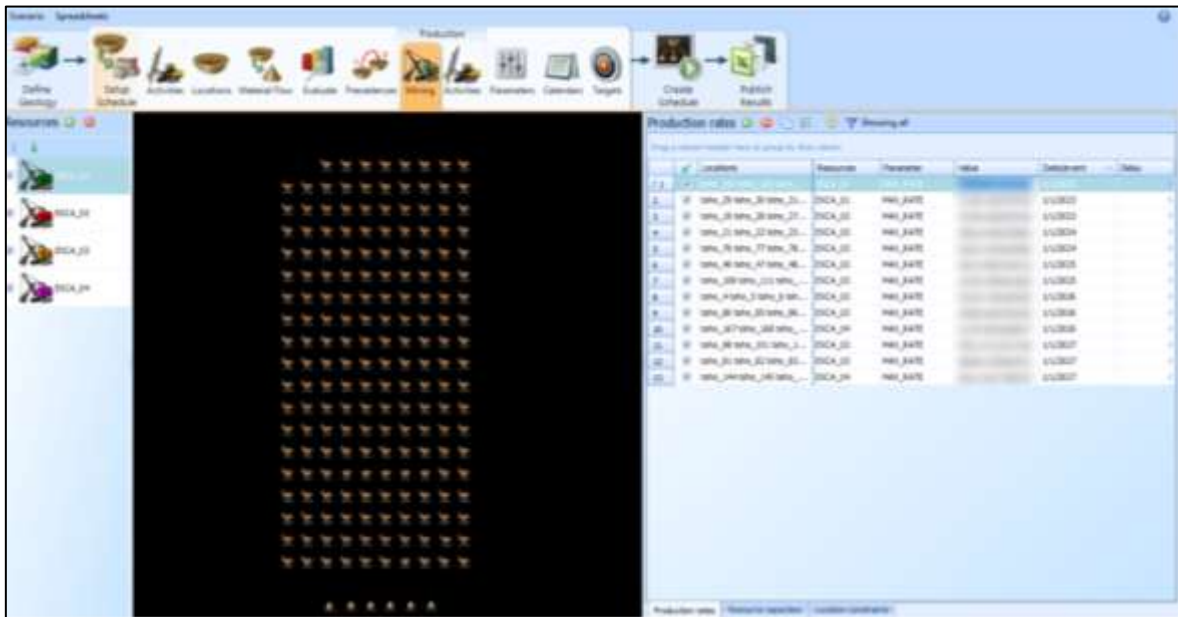
Tahapan terakhir merupakan tahapan *scheduling*. Tahap *scheduling* dilakukan untuk menjadwalkan penambangan berdasarkan *precedence* hasil tahap *blending* dengan menggunakan Software Minesched. Penjadwalan akan menghasilkan tonase bauksit beserta kadar Al_2O_3 , $RSiO_2$, $TSiO_2$, Fe_2O_3 , TiO_2 , dan *Concretion Factor (CF)* per tahun. Dalam melakukan penjadwalan perlu menghitung *production rate* dari masing-masing alat gali (*digger*) per tahun. Nilai *production rate* menentukan hasil produksi dan *stockpile* per tahun. Nilai *production rate* dapat secara otomatis dihitung dengan menggunakan *template scheduling*. Hasil dari tahap *scheduling* ini adalah blok model cadangan, data tonase produksi dan kadar per tahun, data *material movement*, dan data *stockpile balances*. Tahap *scheduling* dengan menggunakan *template scheduling* dan Software Minesched dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

1. Hasil kombinasi *boundary* dari *template blending* secara otomatis terhubung dengan *template scheduling*. Pada *template scheduling* dapat dipilih *boundary* berdasarkan masing-masing alat gali (digger) yang digunakan per periode (tahun). Secara otomatis nilai *production rate* dari masing-masing alat per periode dapat dihitung dengan menggunakan *template scheduling* ini. Nilai *production rate* tersebut selanjutnya digunakan dalam Software Minesched.



Gambar 13. Penggunaan *template scheduling*.

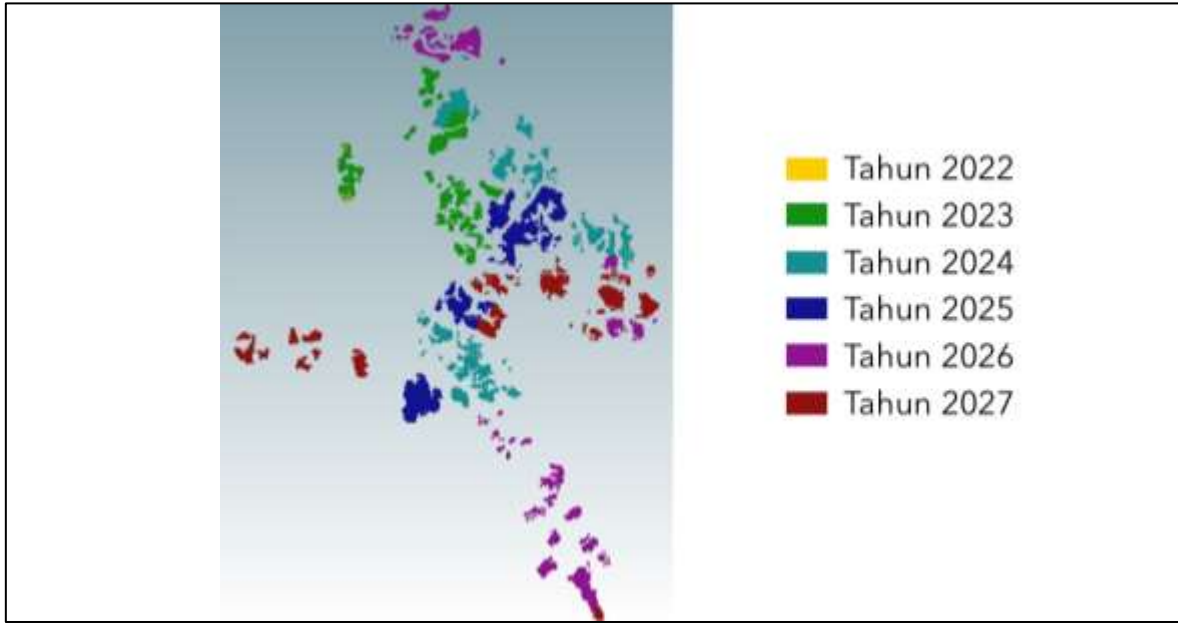
2. Nilai *production rate* dari *template scheduling* di-input dalam Value Production Rate di Software Minesched. Dengan adanya nilai *production rate* dari *template scheduling*, penentuan nilai *production rate* tidak lagi dilakukan dengan metode *trial and error*. Sehingga, pekerjaan *scheduling* dapat dilakukan dengan cepat.



Gambar 14. *Production rate* yang di-input dalam Value Production Rate di Software Minesched.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penggunaan *template blending* dan *template scheduling* terhadap penggunaan *Software Minesched* dapat ditinjau dengan hasil tonase produksi dan kadar per tahun, *stockpile balances*, dan *material movement*. Hasil-hasil tersebut menunjukkan nilai yang sesuai dengan target dan spesifikasi pabrik SGAR Mempawah dan mendapatkan *stockpile* sebesar < 300.000 ton. Untuk hasil *sequence* penambangan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 15. *Sequence* penambangan bauksit dari *Software Minesched*.

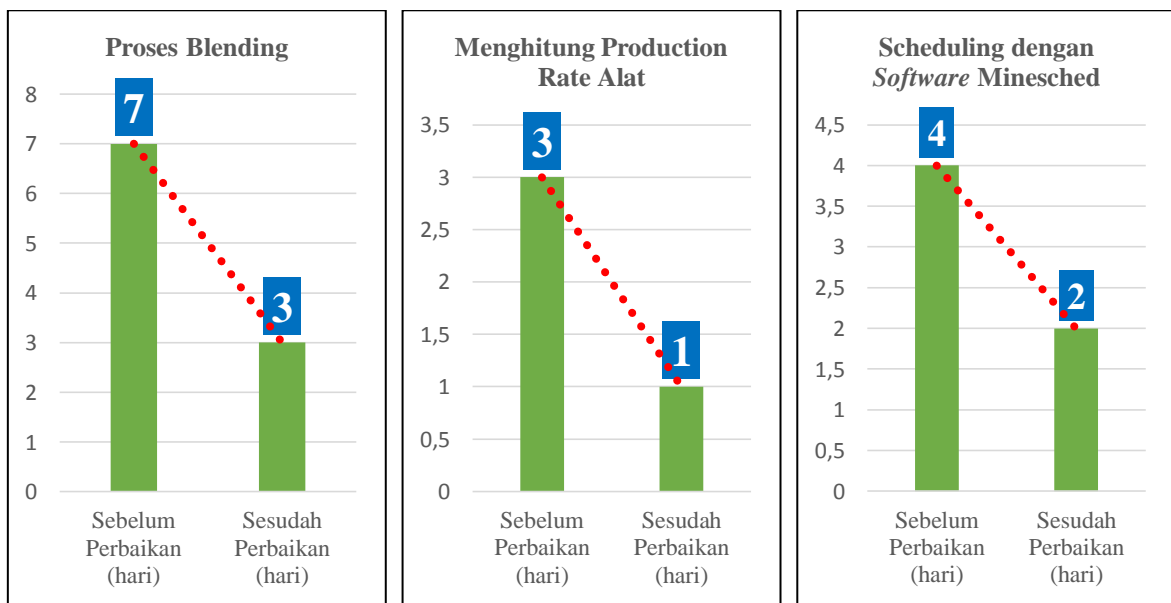
Peran *template blending* dan *template scheduling* dalam setiap tahapan dapat membantu mengefisienkan waktu kerja. Masalah *blending* yang dilakukan dengan cara manual dan nilai *production rate* dalam *scheduling* yang dilakukan dengan penaksiran subjektif dapat terselesaikan dengan adanya *template blending* dan *template scheduling*. Dengan adanya *template* tersebut proses penjadwalan tambang dapat dilakukan secara otomatis, cepat dan komprehensif. Berdasarkan hal-hal tersebut, hasil perbaikan dievaluasi yang ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Evaluasi hasil perbaikan berdasarkan implementasi perbaikan yang telah dilakukan.

No	Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
1	Membuat <i>template blending</i>	Identifikasi data <i>blending</i> 3 hari/site	Identifikasi data <i>blending</i> 1 hari/site
		Sulit menentukan area <i>blending</i> yang sesuai dengan spesifikasi pabrik	Mudah dalam menentukan area <i>blending</i> yang sesuai dengan spesifikasi pabrik
		Sering terjadi duplikasi data	Data terkoneksi secara otomatis sehingga mengurangi risiko duplikasi data
		Proses <i>blending</i> manual dan lama (4 hari/site)	Proses <i>blending</i> otomatis dan cepat (2 hari/site)
		Hanya memperoleh 1 skenario <i>blending</i>	Dapat memperoleh beberapa skenario <i>blending</i>

No	Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
2	Membuat <i>template scheduling</i>	<i>Trial and error</i> untuk menentukan <i>production rate</i> alat	<i>Production rate</i> alat terkalkulasi secara otomatis berdasarkan resume <i>blending</i> otomatis
		Penentuan <i>production rate</i> alat lama (3 hari/site)	Penentuan <i>production rate alat</i> cepat (1 hari/site)
3	Minesched berdasarkan <i>template blending</i> dan <i>template scheduling</i>	<i>Scheduling</i> manual	<i>Scheduling</i> otomatis dengan <i>Software Minesched</i>
		<i>Scheduling</i> membutuhkan waktu yang lama (4 hari/site)	<i>Scheduling</i> lebih cepat (2 hari/site)
		Sulit untuk mendapatkan kapasitas <i>stockpile</i> akhir < 300.000 ton	<i>Stockpile</i> dapat dikelola dengan baik sehingga kapasitasnya di akhir penambangan < 300.000 ton

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa perbaikan yang dilakukan sudah berhasil, dengan adanya *template blending* dan *template scheduling* serta standarisasi penggunaan *Software Minesched* proses penjadwalan tambang dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Berikut ini grafik efisiensi waktu yang digunakan sebelum dan sesudah perbaikan.



Grafik 1. Efisiensi waktu sebelum dan sesudah perbaikan.

Dampak dari hasil perbaikan dianalisis untuk mengetahui pengaruh positif dari perbaikan yang telah dilakukan. Analisis dampak perbaikan dilakukan melalui *Quality Control Circle* (QCC) dengan melihat aspek *Quality, Delivery, Safety, dan Morale* (QDSM). Analisis dampak perbaikan berdasarkan dengan aspek QDSM dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Analisis dampak perbaikan berdasarkan dengan aspek QDSM.

Aspek	Data Masalah Saat Ini	Sasaran	Setelah Perbaikan
Quality	Opsi <i>blending</i> dan <i>scheduling</i> hanya satu skenario	Opsi <i>blending</i> dan <i>scheduling</i> lebih dari satu untuk mendapatkan skenario yang optimum	Opsi <i>blending</i> dan <i>scheduling</i> lebih dari satu skenario
Delivery	Proses <i>blending</i> dan <i>scheduling</i> membutuhkan waktu yang lama (> 2 minggu/site)	Proses <i>blending</i> dan <i>scheduling</i> lebih cepat (7 hari/site)	Proses <i>blending</i> dan <i>scheduling</i> 6 hari/site
Safety	Tetap menggunakan rekomendasi geoteknik yang aman	Tetap menggunakan rekomendasi geoteknik yang aman	Tetap menggunakan rekomendasi geoteknik yang aman
Morale	Personil merasakan penurunan semangat kerja karena pekerjaan dilakukan dengan terburu-buru sehingga human error sering terjadi	Mencegah terjadinya <i>human error</i>	Mengurangi <i>human error</i> dalam proses <i>blending</i> dan <i>scheduling</i> sehingga semangat kerja meningkat

D. KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi hasil perbaikan dapat disimpulkan dampak positif yaitu waktu yang dibutuhkan untuk proses *blending* dan *scheduling* hanya 6 hari/site, dapat memberikan lebih dari 1 opsi *blending* dan *scheduling* yang optimum. Dengan adanya proses otomatisasi menggunakan *template blending* dan *template scheduling* maka proses pengerjaan tidak lagi dilakukan secara terburu-buru sehingga dapat mengurangi *human error* dalam proses pengerjaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian ini, kami mengucapkan terima kasih kepada PT ANTAM, Tbk khususnya Unit Geomin & Technology Development atas segala bantuan dan kesempatan untuk melakukan penelitian. Ucapan terima kasih juga kami ucapkan kepada PERHAPI yang telah menyelenggarakan TPT XXIX PERHAPI 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Dassault Systèmes K.K (2014): *Geovia Minesched Advanced Scheduling for Surface and Underground Mines*. Tokyo, 3DS.
- Menetapkan dan menyelesaikan masalah dengan menggunakan Solver, data diperoleh melalui situs internet: <https://support.microsoft.com/id-id/office/menetapkan-dan-menyelesaikan-masalah-dengan-menggunakan-solver-5d1a388f-079d-43ac-a7eb-f63e45925040>. Diunduh pada tanggal 15 Juli 2020.
- PT ANTAM Tbk (2019): *Studi Kelayakan Tambang Proyek SGA Mempawah*. Kalimantan Barat, PT ANTAM Tbk.
- Unit Geomin & Technology Development (2020): *Long Term Mine Planning SGAR Mempawah*. Kalimantan Barat, PT ANTAM Tbk.