

USULAN ALAT UKUR PENILAIAN PRAKTIK *GREEN SUPPLY CHAIN* PADA *ASPHALT MIXING PLANT* (AMP) MENGGUNAKAN METODE *BEST WORST METHOD* (BWM)

1st Dharma Air Putra
Digital Supply Chain
Fakultas Rekayasa Industri
Bandung, Indonesia
dharmaair@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Putu Giri Artha Kusuma
Digital Supply Chain
Fakultas Rekayasa Industri
Bandung, Indonesia
putugiriak@telkomuniversity.ac.id

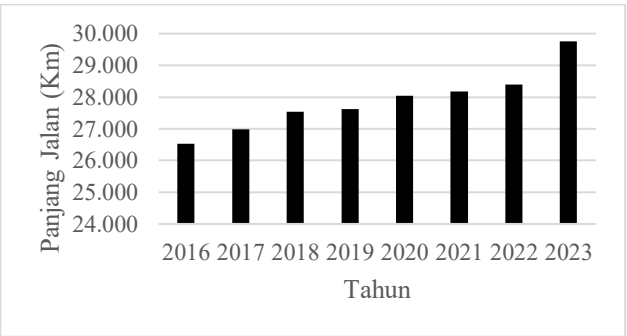
3rd Femi Yulianti
Digital Supply Chain
Fakultas Rekayasa Industri
Bandung, Indonesia
femiyulianti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pembangunan infrastruktur jalan di Jawa Barat meningkatkan permintaan campuran aspal panas (hotmix) yang diproduksi oleh Asphalt Mixing Plant (AMP). Namun, aktivitas AMP berdampak signifikan terhadap lingkungan melalui emisi karbon. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pengukuran penerapan Green Supply Chain (GSC) pada AMP menggunakan metode Best Worst Method (BWM). Penentuan kriteria dan sub kriteria dilakukan melalui studi literatur dari jurnal ilmiah internasional, regulasi pemerintah Indonesia. Proses pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuisioner kepada responden ahli yang dipilih berdasarkan latar belakang profesional di bidang jas konstruksi dan industri AMP Hasil menunjukkan bahwa Green Production memiliki bobot tertinggi, disusul Waste Management Recycling. Sub-kriteria tertinggi adalah Recycling of Production Waste. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa kriteria *Green Production* memiliki bobot tertinggi sebesar 0,372, diikuti oleh *Waste Management Recycling* sebesar 0,261, *Green Supplier* sebesar 0,183, dan *Green Transportation* sebesar 0,184. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bentuk alat ukur evaluatif yang dapat digunakan oleh pemerintah daerah dan pelaku industri sebagai panduan pengambilan keputusan serta peningkatan keberlanjutan pada AMP.

Kata kunci— *Green Supply Chain*, *Asphalt Mixing Plant* (AMP), *Best Worst Method* (BWM), *Rantai Pasok*, *Kriteria*, *Subkriteria*

I. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Barat, mengalami peningkatan yang pesat seiring dengan pertumbuhan jumlah kendaraan dan kebutuhan transportasi yang semakin tinggi. Di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Barat, panjang jalan mencapai 33.214,57 km, dengan proporsi jalan beraspal mencapai 76,37% (BPS, 2022).



Gambar I-1. Data Panjang Jalan di Jawa Barat
Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2022)

Dalam sebuah studi yang dilakukan oleh Bank Dunia (World Bank Group, 2011), diungkapkan bahwa program pembangunan jalan di Indonesia yang berlangsung antara tahun 2009 hingga 2019 diperkirakan akan menghasilkan emisi gas karbon dioksida (CO₂) yang signifikan, dengan total estimasi mencapai 29.941.737 ton.

Tabel I-1. Data Emisi Program Pembangunan Jalan di Indonesia

CO2 Emissions	2009-2019	%
Jalan Tol	6.054.048,00	20%
Jalan Nasional	11.706.139,00	39%
Jalan Provinsi	4.992.098,00	17%
Jalan Desa	7.189.451,00	24%
Total	29.941.737,00	

Salah satu material yang sangat penting dalam pembangunan infrastruktur, terutama untuk jalan raya adalah aspal. Untuk memenuhi kebutuhan ini, *Asphalt Mixing Plant* (AMP) menjadi salah satu fasilitas utama dalam proses produksi aspal. AMP berfungsi sebagai unit pencampur aspal panas yang esensial dalam proses pembangunan dan pemeliharaan jalan. Di Jawa Barat, terdapat 82 unit AMP yang terdistribusi tidak merata di 20 daerah, dengan kapasitas produksi efektif mencapai 805.371,8 ton per bulan (BP2D Provinsi Jawa Barat, 2024).

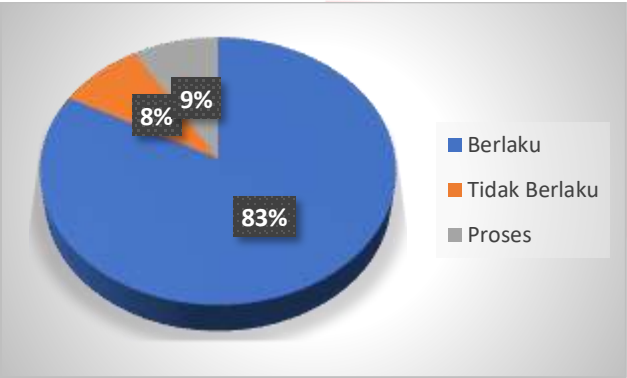


Gambar I-1. Peta Sebaran Unit AMP di Jawa Barat
(Sumber: DBMPR Provinsi Jawa Barat 2023)

Berdasarkan data BP2D Provinsi Jawa Barat (2024), ketersediaan AMP yang memadai sangat penting untuk

memenuhi permintaan *hotmix* yang diperkirakan berfluktuasi antara 1.097.256,83 hingga 1.657.968,00 ton per tahun untuk periode 2024-2034. Dengan demikian, penentuan kriteria AMP yang optimal menjadi sangat krusial untuk memastikan ketersediaan material yang diperlukan dalam pembangunan infrastruktur jalan.

Dari total 82 unit AMP, sebanyak 68 unit masih memiliki Sertifikat Laik Operasi (SLO) yang berlaku (DBMPR Provinsi Jawa Barat, 2024). Sementara itu, 14 unit lainnya terdiri dari tujuh unit yang sedang dalam proses perpanjangan dan tujuh unit yang masa berlakunya sudah habis. Angka tersebut bersifat dinamis, sehingga dapat berubah seiring dengan perkembangan pengajuan perpanjangan atau masa berlaku yang tercantum dalam sertifikat.



Gambar I-2. Status keberlakuan SLO unit AMP pertanggal 24 Januari 2024
(Sumber: BP2D Provinsi Jawa Barat, 2024)

Selain proses produksi aspal, keberadaan vendor atau pemasok bahan baku menjadi faktor yang berpengaruh terhadap emisi gas karbon. Secara lingkungan bahan baku produksi aspal berkontribusi langsung terhadap tingkat emisi karbon yang dihasilkan. Menurut data Kementerian PUPR (2024) sektor konstruksi menyumbang 23% dari total emisi CO₂ dari sektor energi di Indonesia, dengan sebagian besar pada transportasi material dan produksi aspal. Bitumen sebagai bahan utama pembuatan aspal termasuk material dengan intensitas karbon tinggi, terutama jika pengangkutannya dilakukan dari kilang atau terminal distribusi jauh dari lokasi AMP.

Berdasarkan data NAPA (2022), Total emisi dari hulu ke hilir pada awal tahun 2019 sebesar 18,7 MMT CO₂e dan meningkat secara bertahap mencapai 21,7 MMT CO₂e pada tahun 2019. Faktor yang mendominasi emisi adalah emisi selama proses produksi dan pengolahan bahan baku. Total emisi yang dihasilkan oleh material bahan baku aspal lebih besar daripada emisi yang dihasilkan produksi AMP dan transportasi. Puncaknya pada tahun 2019 total emisi dihasilkan mencapai 11,3 MMT CO₂e.

Dalam konteks ini, *Green Supply Chain Management* (GSCM) muncul sebagai pendekatan yang relevan. GSCM merupakan pendekatan yang mengintegrasikan aspek lingkungan dalam setiap tahap rantai pasok, mulai dari pengadaan bahan baku hingga distribusi produk akhir. Penerapan GSCM dalam perancangan kriteria pada AMP dapat membantu mengurangi dampak lingkungan,

meningkatkan efisiensi operasional, dan memenuhi regulasi lingkungan yang semakin ketat. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti jarak ke sumber material, aksesibilitas, dan dampak lingkungan, lokasi AMP dapat ditentukan secara lebih efektif.

Dalam konteks ini, *Green Supply Chain Management* (GSCM) muncul sebagai pendekatan yang relevan. GSCM merupakan pendekatan yang mengintegrasikan aspek lingkungan dalam setiap tahap rantai pasok, mulai dari pengadaan bahan baku hingga distribusi produk akhir. Penerapan GSCM dalam perancangan kriteria pada AMP dapat membantu mengurangi dampak lingkungan, meningkatkan efisiensi operasional, dan memenuhi regulasi lingkungan yang semakin ketat. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti jarak ke sumber material, aksesibilitas, dan dampak lingkungan, lokasi AMP dapat ditentukan secara lebih efektif.

Tabel I-2. Praktik Green Transportation berdasarkan referensi

Praktik Green Transportation	Referensi
Memanfaatkan sistem transportasi hemat energi	(Ali dkk, 2020)
Gunakan bahan bakar alternatif seperti biogas untuk transportasi	(Al-Ma’aitah, 2018)
Lokasi AMP optimal yang melayani wilayah secara efisien	(Chen dkk, 2024)
Mendorong karyawan untuk menggunakan transportasi bersama dan transportasi umum	(Chanchaichujit dkk, 2020)
Menyediakan akomodasi untuk personel lokasi di dekat lokasi proyek	(Bawornkiattikul dkk, 2022)
Pastikan kendaraan yang bergerak ke lokasi ditumpuk dengan material dengan aman	(Chanchaichujit dkk, 2020)

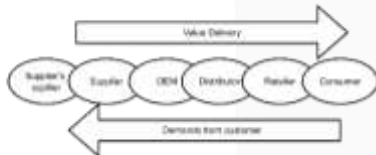
Seiring dengan berkembangnya kesadaran terhadap keberlanjutan lingkungan dan tuntutan akan proses industri yang lebih ramah lingkungan, pendekatan *Green Supply Chain* (GSC) menjadi sangat relevan untuk diterapkan dalam pengelolaan AMP. Penerapan GSC memungkinkan pengelolaan AMP dilakukan secara lebih efisien, minim limbah, serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Bahkan, berbagai regulasi seperti Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan standar internasional seperti ISO 14001 semakin mendorong industri konstruksi, termasuk AMP, untuk menerapkan prinsip ramah lingkungan dalam rantai pasoknya.

Selain karena dorongan regulatif, penerapan prinsip GSC pada AMP juga menjadi kebutuhan strategis untuk menjaga keberlanjutan operasi jangka panjang. AMP yang menerapkan GSC berpotensi memperoleh efisiensi biaya operasional, meningkatkan citra perusahaan, serta mengurangi resistensi dari masyarakat sekitar lokasi. Di beberapa negara maju, konsep Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) dan teknologi warm mix asphalt telah digunakan sebagai bagian dari strategi GSC dalam industri AMP. Oleh karena itu, perancangan sistem supply chain yang mempertimbangkan aspek lingkungan bukan lagi menjadi pilihan, melainkan kebutuhan mutlak dalam upaya mendorong pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan.

II. KAJIAN TEORI

II.1 Rantai Pasok

Rantai pasok terdiri dari semua pihak yang terlibat, secara langsung maupun tidak langsung, dalam memenuhi permintaan pelanggan. Rantai pasok tidak hanya mencakup produsen dan pemasok, tetapi juga transportasi, gudang, retail dan bahkan pelanggan itu sendiri. Rantai pasok adalah sistem yang dinamis dan memiliki tahapan dalam rantai pasok terhubung melalui aliran produk, informasi dan dana. Aliran-aliran ini sering terjadi dalam dua arah dan dapat dikelola oleh salah satu tahap atau perantara. Desain, perencanaan, dan keputusan operasional rantai pasok memainkan peran penting dalam kesuksesan atau kegagalan suatu perusahaan. Untuk tetap kompetitif, rantai pasok harus beradaptasi dengan perubahan teknologi dan ekspektasi pelanggan (Chopra, 2016).



Gambar II-1. Model Rantai Pasok Dasar
Sumber: (Lu Dawei dkk, 2011)

II.2 Green Supply Chain

Samir K & Srivastava (2007) menyatakan bahwa konsep *Green Supply Chain* (GSC) pertama kali muncul sebagai respons terhadap meningkatnya kesadaran akan dampak lingkungan dari kegiatan rantai pasok konvensional. *Green Supply Chain* mengacu pada integrasi aspek lingkungan dalam seluruh proses rantai pasok, mulai dari pengadaan bahan baku, proses produksi, distribusi, hingga pengelolaan limbah dan daur ulang. Integrasi dari kebijakan lingkungan ke dalam manajemen rantai pasok, yang meliputi perancangan produk, pengadaan bahan baku, produksi, pengiriman produk, hingga pengelolaan produk akhir. Konsep ini berfokus pada pengurangan dampak lingkungan negatif, pengelolaan sumber daya secara efisien, dan penerapan teknologi ramah lingkungan untuk meningkatkan kinerja operasional dan lingkungan secara bersamaan.

II.3 Asphalt Mixing Plant

Asphalt Mixing Plant (AMP) merupakan sekumpulan peralatan mekanik dan elektronik yang berfungsi untuk memanaskan, mengeringkan, dan mencampur agregat

dengan aspal. Tujuan dari proses ini adalah untuk menghasilkan campuran beraspal panas yang memenuhi standar tertentu. Pabrik ini dapat ditempatkan secara permanen di satu lokasi atau dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya. Penelitian ini juga menekankan pentingnya pelatihan dan kesadaran bagi operator AMP untuk memastikan bahwa praktik terbaik diterapkan dalam proses produksi. Dengan demikian, pengembangan teknologi dan praktik berkelanjutan dalam AMP menjadi sangat penting untuk mendukung pembangunan infrastruktur yang efisien. Hal ini juga mencerminkan kebutuhan untuk beradaptasi dengan regulasi yang semakin ketat dan tuntutan masyarakat akan praktik industri yang lebih bertanggung jawab (Ridwan dkk, 2021)..

II.4 Best Worst Method

Rezaei (2015) menyatakan bahwa metode Best Worst Method (BWM) adalah metode untuk menentukan bobot kriteria dalam pengambilan keputusan multikriteria (MCDM). BWM dirancang untuk meningkatkan konsistensi dalam proses penilaian dengan menggunakan perbandingan berpasangan antara kriteria terbaik dan terburuk. Best Worst Method disusun sebagai berikut:

1. Identifikasi kriteria, dalam langkah ini kriteria $\{c_1, c_2, c_3, \dots, c_n\}$ dipilih untuk mengambil keputusan.
2. Kriteria terbaik dan kriteria terburuk ditentukan. Pada tahap ini kriteria terbaik dan kriteria terburuk ditentukan oleh pengambil keputusan.
3. Kriteria terbaik dibandingkan dengan kriteria lainnya yang ditentukan dengan nilai skor berdasarkan nilai 1 sampai 9. Hasil langkah ini adalah vektor *Best-to-Others* (BO) yang akan menjadi $AB = (a_{B1}, a_{B2}, a_{B3}, \dots, a_{Bn})$, dimana a_{Bj} menunjukkan kriteria terbaik B atas kriteria j, dan dapat disimpulkan bahwa $a_{BB} = 1$.
4. Kriteria terburuk dibandingkan dengan kriteria lainnya yang ditentukan dengan nilai skor berdasarkan nilai 1 sampai 9. Hasil langkah ini adalah vektor *Others-to-Worst* yang akan berupa $AW = (a_{1W}, a_{2W}, a_{3W}, \dots, a_{nW})$, dimana a_{jW} menunjukkan kriteria j terhadap kriteria terburuk W. Dan dapat disimpulkan bahwa $a_{WW} = 1$.
5. Bobot optimal $\{W_1^*, W_2^*, W_3^*, \dots, W_n^*\}$ dihitung. Bobot optimal dari kriteria akan memenuhi persyaratan berikut: Setiap pasang $W_B /$

W_j dan W_j/W_w , situasi ideal adalah ketika $W_B/W_j = \alpha_{Bj}$ dan $W_j/W_w = \alpha_{jw}$. Oleh karena itu, untuk mendekati situasi ideal kita harus meminimalkan nilai maksimum di antara himpunan $\{|W_B - \alpha_{Bj}W_j|, |W_j - \alpha_{jw}W_w|\}$, dan masalah ini dapat di formulasikan sebagai berikut:

$$\text{Min } \max_j \{|W_B - \alpha_{Bj}W_j|, |W_j - \alpha_{jw}W_w|\}$$

Merujuk pada

$$|W_B - \alpha_{Bj}W_j| \leq \xi^L, \text{ untuk semua } j$$

$$|W_j - \alpha_{jw}W_w| \leq \xi^L \text{ untuk semua } j$$

$$\sum_j W_j = 1$$

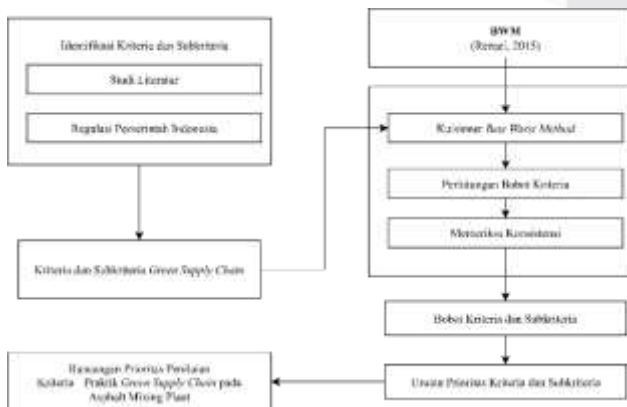
$$W_j \geq 0, \text{ untuk semua } j$$

Setelah menyelesaikan masalah, bobot optimal $\{W_1^*, W_2^*, W_3^*, \dots, W_n^*\}$ dan ξ^{L*} diperoleh. ξ^{L*} dapat dianggap sebagai indikator langsung konsistensi sistem perbandingan. Semakin dekat nilai ξ^{L*} dengan nol, semakin tinggi konsistensinya, dan akibatnya perbandingan menjadi semakin dapat diandalkan.

III. METODE

III.1 Kerangka Berpikir

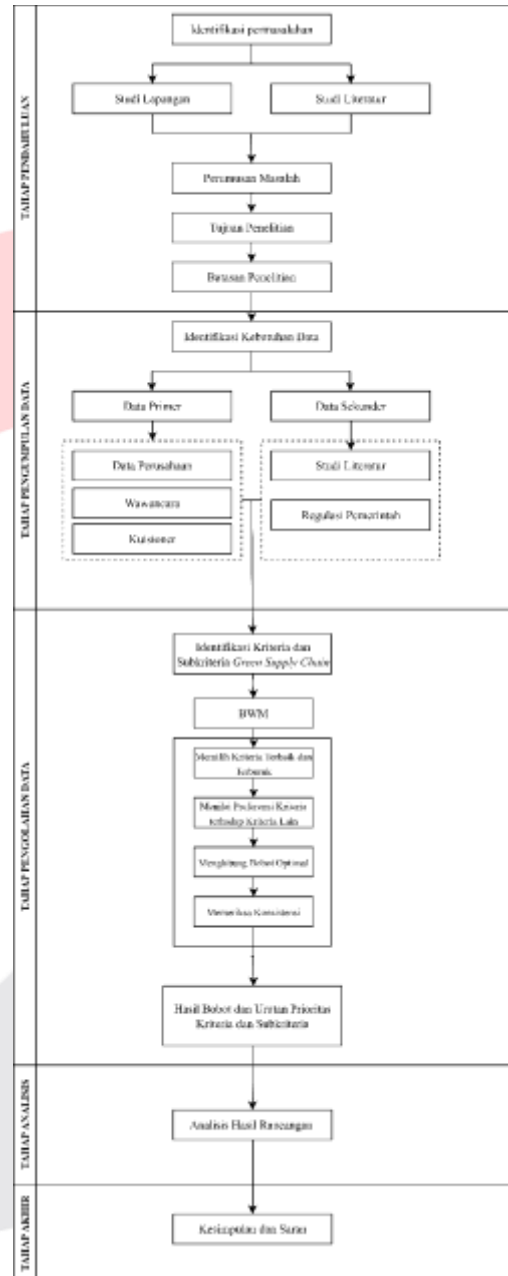
Kerangka berpikir adalah struktur konseptual yang digunakan untuk mengatur dan menghubungkan berbagai elemen, ide, dan variabel dalam penelitian dan analisis. Kerangka berpikir berfungsi sebagai panduan untuk membantu peneliti merumuskan pertanyaan penelitian, mengidentifikasi hubungan antar variabel, dan mengembangkan metode yang tepat



Gambar III-1. Kerangka Berpikir

III.2 Sistematisa Penyelesaian Masalah

Sistematisa penyelesaian masalah merupakan suatu pendekatan terstruktur yang dirancang untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan menyelesaikan suatu permasalahan secara efektif dan efisien



Gambar III-2. Sistematisa Penyelesaian Masalah

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

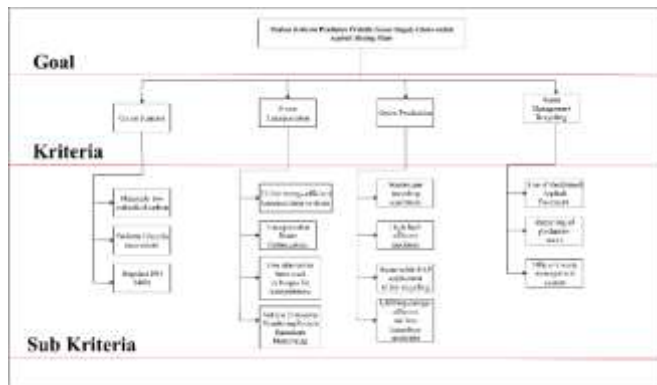
IV.1 Penentuan Kriteria

Penentuan Kriteria dan Sub Kriteria dalam penelitian ini dilakukan melalui penggabungan antara referensi ilmiah dan juga regulasi pemerintah, yang bertujuan untuk merumuskan indikator-indikator relevan dalam pemilihan lokasi *Asphalt Mixing Plant* (AMP) berbasis prinsip Green Supply Chain

Management (GSCM). Secara umum, kriteria dan subkriteria ditentukan berdasarkan referensi dari jurnal ilmiah, laporan penelitian terdahulu, serta standar lingkungan yang relevan dengan praktik industri konstruksi dan manufaktur aspal.

IV.2 Hierarki Keputusan

Pada tahap ini dilakukan perancangan hirarki keputusan. Berikut merupakan hirarki keputusan yang digunakan untuk menentukan rancangan alat ukur kinerja green supply chain pada Asphalt Mixing Plant di Provinsi Jawa Barat yang menggambarkan tiap level pada setiap kriteria yang pada akhirnya akan mendapatkan hasil berupa ranking kriteria dan subkriteria.



Gambar IV-1. Flowchart Diagram

Berdasarkan hirarki keputusan terdapat 3 level hirarki dalam alat ukur kinerja green supply chain pada Asphalt Mixing Plant di Provinsi Jawa Barat diantaranya:

- Hirarki level 1 berisikan tujuan dari pembuatan sistem keputusan
- Hirarki level 2 berisikan kriteria yang digunakan dalam merancang usulan kriteria penilaian praktik Green Supply Chain.
- Hirarki level 3 berisikan subkriteria dari setiap kriteria yang digunakan dalam merancang usulan kriteria penilaian praktik Green Supply Chain.

IV.3 Data Responden

Data yang diperlukan untuk menerapkan BWM dikumpulkan melalui kuisioner. Setelah itu diperlukan identifikasi responden yang berpotensi relevan berdasarkan keahlian mereka yang luas di bidang asphalt, Asphalt Mixing Plant, dan Jasa konstruksi atau kombinasi dua atau lebih keahlian tersebut. Berikut profil dari expert yang sudah bersedia menjadi responden:

Tabel-1. Data Responden

Responden	Keahlian	Jabatan	Masa Jabatan (tahun)
1	AMP	Kepala Laboratorium	7
2	AMP	Kepala Unit AMP	15
3	DBMPR	Pengelola Pengawasan	6
4	DBMPR	Tenaga Teknis	5
5	DBMPR	Tenaga Ahli	3
6	DBMPR	Tenaga Teknis	3
7	DBMPR	Tenaga Ahli	5

IV.4 Identifikasi Kriteria Terbaik dan Kriteria Terburuk

Pada langkah awal, 7 responden menentukan kriteria dan sub kriteria Green Supply Chain yang terbaik dan terburuk menggunakan kuisioner.

IV.5 Menentukan Bobot Optimal dari Kriteria

Pada langkah ini, bobot optimal dari kriteria dihitung dengan memecahkan model optimasi BWM untuk masing-masing dari 7 responden. Selanjutnya, rata-rata tertimbang sederhana untuk setiap kriteria dihitung untuk mendapatkan vektor bobot tunggal, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel, yang menunjukkan bahwa rasio konsistensi rata-rata (ξ^{L*}) mendekati nol, sehingga perbandingan tersebut sangat konsisten dan dapat diandalkan pada formulasi berikut:

$$\text{Min } \max_j \left\{ \left| \frac{W_B}{W_j} - \alpha_{Bj} \right|, \left| \frac{W_j}{W_w} - \alpha_{jw} \right| \right\}$$

Merujuk pada

$$\left| \frac{W_B}{W_j} - \alpha_{Bj} \right| \leq \xi, \text{ untuk semua } j$$

$$\left| \frac{W_j}{W_w} - \alpha_{jw} \right| \leq \xi \text{ untuk semua } j$$

$$\sum_j W_j = 1$$

$W_j \geq 0$, untuk semua j

Contoh perhitungan bobot optimal *Green Supplier* responden 1 sebagai berikut:

Tabel IV- 2. Pilihan Kriteria Terbaik dan Terburuk

Kriteria	C1	C2	C3
Best (C3)	1	6	4
Worst (C1)	7	1	2

$$a_{Bj} + a_{jW} - \frac{\sqrt{(a_{Bj} + a_{jW})^2 - 4(a_{Bj} \times a_{jW} - a_{BW})}}{2}$$

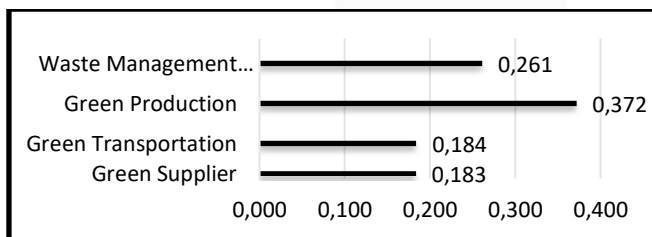
$$\xi = \frac{4 + 2 + 1 - \sqrt{(4 + 2 + 1)^2 - 4(4 \times 2 - 6)}}{2} = 0.2984$$

$$W1 = \frac{7}{7+2+1} = 0.7$$

$$W2 = \frac{1 - 0.2984}{7+2+1} = 0.108$$

$$W3 = \frac{8 + 0.2984}{7+2+1} = 0.22984$$

Berikut hasil bobot optimal dari kriteria:



Gambar IV-2. Bobot Kriteria

Data pada tabel diatas menunjukkan pengeluaran bahan bakar minyak (BBM) untuk tiga kendaraan jenis *Colt Diesel Double (CDD)*. Adapun rincian biaya BBM untuk rute usulan disajikan pada lampiran, beserta sintaks program yang digunakan dalam penelitian ini.

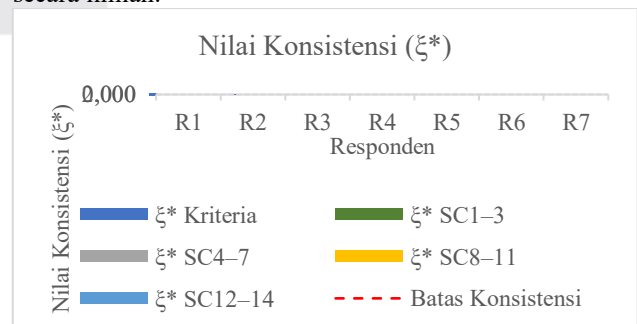
Tabel IV- 3. Hasil Bobot Subkriteria

Sub Kriteria	Bobot Lokal	Bobot Global	Urutan
Materials low embodied carbon	0,303	0,064	8
Perform lifecycle assessment	0,302	0,049	12
Regulasi ISO 14001	0,395	0,071	6

Utilize energy-efficient transportation systems	0,152	0,027	14
Use alternative fuels such as biogas for transportation	0,148	0,028	13
Transportation Route Optimization	0,425	0,070	7
Vehicle Emissions Monitoring	0,276	0,056	9
Wastewater recycling equipment	0,205	0,056	9
High fuel-efficient machiner	0,342	0,142	1
Utilizing energy-efficient and low hazardous materials	0,186	0,076	5
Sustainable RAP application in hot recycling	0,267	0,098	3
Use of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) in new asphalt mixes.	0,322	0,085	4
Efficient waste management system.	0,293	0,050	11
Recycling of production waste	0,385	0,126	2

IV.6 Verifikasi Nilai Konsistensi

Verifikasi konsistensi dilakukan untuk memastikan bahwa penilaian yang diberikan oleh responden dalam proses pengisian kuisioner metode *Best Worst Method (BWM)* bersifat logis dan dapat diterima secara statistik. Dalam konteks BWM, ukuran konsistensi dinyatakan dalam bentuk nilai ξ^{L*} yang menunjukkan seberapa konsisten responden dalam memberikan preferensi antara kriteria terbaik dan terburuk terhadap kriteria lainnya. Nilai konsistensi ini menjadi indikator penting untuk mengevaluasi reliabilitas dan validitas penilaian yang diberikan oleh expert, sehingga hasil analisis dapat dipercaya dan dipertanggungjawabkan secara ilmiah.



Gambar IV-3. Nilai Konsistensi

IV.7 Analisis Bobot Kriteria

Hasil perhitungan bobot lokal menunjukkan bahwa kriteria Green Production (C3) memiliki bobot tertinggi sebesar 0,372. Ini berarti hampir separuh preferensi responden terfokus pada aspek produksi. Kriteria lain berada jauh di bawahnya, yaitu Green Supplier (C1) sebesar 0,183, Waste Management Recycling (C4) sebesar 0,261, dan Green Transportation (C2) sebesar 0,184.

1) Green Supplier

memperoleh bobot paling rendah sebesar 0,183. Hal ini menunjukkan bahwa dalam konteks pemilihan lokasi *AMP* berbasis prinsip *Green Supply Chain*, aspek pemasok ramah lingkungan belum menjadi prioritas utama. Kemungkinan rendahnya bobot ini disebabkan oleh keterbatasan akses atau ketersediaan supplier yang telah memenuhi standar lingkungan di wilayah penelitian. Selain itu, pengaruh *Green Supplier* terhadap dampak langsung operasional *AMP* relatif tidak sebesar aspek lain seperti produksi dan pengelolaan limbah, sehingga kriteria ini dipandang kurang strategis dalam pengambilan keputusan.

2) Green Transportation

Memiliki bobot sebesar 0,184 dan berada sedikit di atas *Green Supplier*. Kriteria ini mencerminkan pentingnya efisiensi sistem transportasi dan pengurangan emisi dalam rantai pasok. Meskipun demikian, bobot yang relatif rendah menunjukkan bahwa pertimbangan terhadap moda transportasi dan pengaruh logistik terhadap lingkungan masih dianggap kurang krusial dibandingkan faktor internal *AMP*. Hal ini bisa dikaitkan dengan kendala eksternal seperti keterbatasan infrastruktur transportasi hijau yang belum merata di daerah penelitian.

3) Green Production

Menempati posisi tertinggi dengan bobot 0,372, menegaskan bahwa aspek produksi hijau merupakan faktor paling strategis dalam pemilihan lokasi *AMP*. Responden menilai bahwa praktik produksi yang ramah lingkungan, penggunaan mesin efisien, dan bahan baku rendah emisi sangat penting dalam mendukung keberlanjutan operasional jangka panjang. Hal ini juga memperlihatkan bahwa pengambil keputusan lebih menitikberatkan pada faktor-faktor yang dapat dikendalikan langsung di dalam lokasi *AMP* dibandingkan aspek yang bergantung pada mitra eksternal.

4) Waste Management Recycling

berada di posisi kedua dengan bobot 0,261. Kriteria ini mendapat perhatian signifikan karena menyangkut bagaimana *AMP* mengelola limbah yang dihasilkan selama proses produksi. Sub Kriteria seperti efisiensi sistem manajemen limbah dan pemanfaatan *RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)* dinilai sangat relevan dengan tuntutan lingkungan dan regulasi pemerintah. Bobot tinggi ini juga menunjukkan kesadaran akan pentingnya mendaur ulang dan meminimalisir dampak ekologis sebagai bagian integral dari strategi rantai pasok hijau di sektor konstruksi.

IV.8 Uji Coba penilaian AMP

Setelah dilakukan analisis hasil bobot subkriteria *Green Supply Chain* menggunakan metode *Best Worst Method (BWM)*, tahap selanjutnya dalam penelitian ini adalah melakukan perhitungan nilai indeks penilaian AMP berdasarkan hasil bobot subkriteria yang ditentukan. Berikut hasil uji coba penilaian pada AMP:

Tabel IV-4. Skor penilaian Uji Coba

Subkriteria	Skor Penilaian								
	AM P 1	A M P 2	A M P 3	A M P 4	A M P 5	A M P 6	A M P 7	A M P 8	A M P 9
SC1	4	4	4	4	4	4	9	5	4
SC2	1	1	1	1	1	1	7	2	6
SC3	0	0	0	0	0	0	9	8	4
SC4	1	1	1	1	1	1	7	6	4
SC5	1	1	1	1	1	1	4	1	4
SC6	1	1	1	1	1	1	6	9	8
SC7	1	1	1	1	1	1	4	1	4
SC8	1	1	1	1	1	1	7	6	2
SC9	1	1	1	1	1	1	8	6	6
SC10	1	1	1	1	1	1	9	6	6
SC11	3	3	3	3	3	3	3	1	2
SC12	3	3	3	3	3	3	3	1	2
SC13	1	1	1	1	1	1	7	7	5
SC14	1	1	1	1	1	1	9	7	4

Berikut hasil perhitungan uji coba AMP:

Tabel IV-5. Hasil Perhitungan Uji Coba AMP

No	AMP	Total Skor	Klasifikasi
1	AMP 1	1,482169752	Buruk
2	AMP 2	1,482169752	Buruk
3	AMP 3	1,482169752	Buruk
4	AMP 4	1,482169752	Buruk
5	AMP 5	1,482169752	Buruk
6	AMP 6	1,482169752	Buruk
7	AMP 7	6,744335848	Sangat Baik
8	AMP 8	4,921678199	Sangat Baik
9	AMP 9	4,375408676	Sangat Baik

IV.9 Implementasi Dashboard

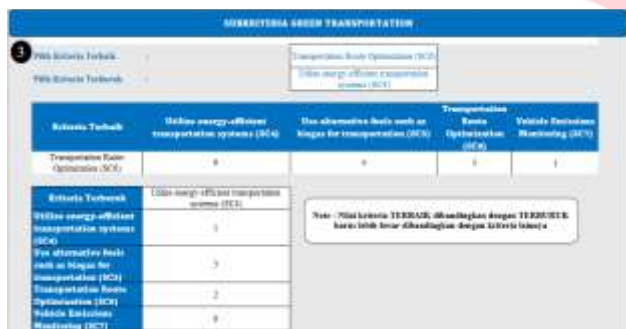
Implementasi dashboard ini menampilkan hasil penilaian terhadap kriteria *Green Supply Chain* yang diterapkan pada *Asphalt Mixing Plant*. Dengan adanya dashboard ini, diharapkan para pengambil kebijakan dapat merumuskan kriteria yang lebih tepat sasaran untuk meningkatkan kinerja lingkungan dalam pengelolaan *Asphalt Mixing Plant*. Berikut hasil implementasi Dashboard sederhana metode BWM:



Gambar IV-4. Dashboard Input Kriteria



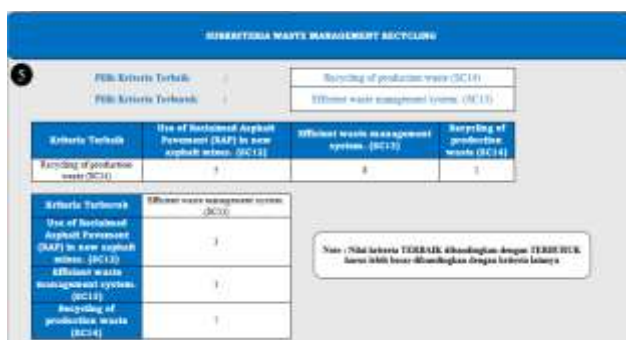
Gambar IV-5. Dashboard Input Subkriteria Green Supplier



Gambar IV-6. Dashboard Input Subkriteria Green Transportation



Gambar IV-7. Dashboard Input Subkriteria Green Production



Gambar IV-8. Dashboard Input Subkriteria Waste Management Recycling



Gambar IV-9. Hasil Bobot Kriteria



Gambar IV-10. Hasil Bobot Subkriteria

V. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini, yaitu:

1. Berdasarkan hasil penelitian mengenai perancangan alat ukur praktik Green Supply Chain pada Asphalt Mixing Plant (AMP) di Provinsi Jawa Barat, dapat disimpulkan bahwa pengukuran penerapan Green Sply Chain lebih diutamakan pada kriteria Green Production dan Waste Management Recycling.
2. Lebih lanjut, sub kriteria dengan urutan tertinggi berada dalam lingkup dua kriteria tersebut. Seperti *Recycling of Production Waste*, *High Fuel-Efficient Machine* dan *Utilizing Energy-Efficient and Low Hazardous Materials*. Temuan ini memperjelas bahwa pengukuran penerapan *Green Supply Chain* lebih memfokuskan pada sub kriteria tersebut
3. Di sisi lain, terdapat kriteria yang mendapatkan bobot relatif lebih rendah, seperti *Green Supplier* dan subkriteria turunannya. Hal ini mengindikasikan bahwa aspek rantai pasok hulu masih belum menjadi prioritas dalam penerapan Green Supply Chain di lokasi penelitian.

REFERENSI

- [1] Ali, Y., Saad, T. Bin, Sabir, M., Muhammad, N., Salman, A., & Zeb, K. (2020). Integration of green supply chain management practices in construction supply chain of CPEC. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 31(1), 185–200. doi: 10.1108/MEQ-12-2018-0211
- [2] Al-Ma'aitah, N. (2018). Green supply chain management (GSCM) practices and their impact on performance: an insight from the jordanian construction sector. *International Journal of Construction Supply Chain Management*, 8(2), 87–104. doi: 10.14424/ijscsm802018-87-104
- [3] Atmaja, J. F. T., Sari, M. W., & Ciptadi, P. W. (2021). Developing application of automatic lamp control and monitoring system using internet of things. *Journal of Physics: Conference Series*, 1823(1). doi: 10.1088/1742-6596/1823/1/012002

- [4] Babashamsi, P., Md Yusoff, N. I., Ceylan, H., Md Nor, N. G., & Jenatabadi, H. S. (2016). Sustainable development factors in pavement life-cycle: Highway/airport review. *Sustainability (Switzerland)*, 8(3). doi: 10.3390/su8030248
- [5] Bawornkiattikul, D., Phatrabuddha, N., & Chotigawin, R. (2022). Accommodation Building Designing for Construction Labor Basic Life Quality Promoting. *Suan Sunandha Science and Technology Journal*, 8(2), 1–10. doi: 10.53848/ssstj.v8i2.213
- [6] Chanchaichujit, J., Balasubramanian, S., & Shuka, V. (2020). Multi-objective decision model for green supply chain management. *Cogent Business and Management*, 7(1). doi: 10.1080/23311975.2020.1783177
- [7] Chopra. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (6th ed.). Pearson.
- [8] Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega (United Kingdom)*, 53, 49–57. doi: 10.1016/j.omega.2014.11.009.
- [9] Shi, Q., Zuo, J., Huang, R., Huang, J., & Pullen, S. (2013). Identifying the critical factors for green construction - An empirical study in China. *Habitat International*, 40, 1–8. doi: 10.1016/j.habitatint.2013.01.003
- [10] Tachizawa. (2015). Green supply chain management approaches: drivers and performance implications. *International Journal of Operations & Production Management*, 35, 1546–1566.
- [11] Zhang, S., Niu, T., Wu, Y., Zhang, K. M., Wallington, T. J., Xie, Q., Wu, X., & Xu, H. (2018). Fine-grained vehicle emission management using intelligent transportation system data. *Environmental Pollution*, 241, 1027–1037. doi: 10.1016/j.envpol.2018.06.016